

PCT National Publication Gazette

National Patent Publication No. 2001-516812  
Date of National Publication: October 2, 2001  
International Class(es): C25D 7/00, C25D 5/50, C25D 7/12,  
G01R 1/067, H01L 23/32, H01L 23/50  
(85 pages in all)

---

Title of the Invention: Method of Making a Structure with  
Improved Material Properties by  
Moderate Heat Treatment of a Metal  
Deposit

Patent Appln. No. 2000-511937  
Filing Date: June 11, 1998  
Date of Filing Translation: March 16, 2000  
International Filing No. PCT/US98/12094  
International Publication No. WO 99/14404  
International Publication Date: March 25, 1999  
Priority Claimed: Serial No. 08/931,923  
Filing Date: September 17, 1997  
Country: US

Inventor(s): Jimmy Kuo-Wei CHEN  
Benjamin N. ELDRIDGE  
Thomas H. DOZIER  
Junjye J. YEH  
Gayle J. HERMAN  
Igor Y. KHANDROS

Applicant(s): FormFactor, Inc.

(transliterated, therefore the  
spelling might be incorrect)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2001-516812

(P2001-516812A)

(43)公表日 平成13年10月2日(2001.10.2)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
C 2 5 D 7/00		C 2 5 D 7/00	H 2 G 0 1 1
5/50		5/50	4 K 0 2 4
7/12		7/12	5 F 0 6 7
G 0 1 R 1/067		G 0 1 R 1/067	G
H 0 1 L 23/32		H 0 1 L 23/32	D
審査請求 有 予備審査請求 有 (全 85 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-511937(P2000-511937)  
 (86)(22)出願日 平成10年6月11日(1998.6.11)  
 (85)翻訳文提出日 平成12年3月16日(2000.3.16)  
 (86)国際出願番号 P C T / U S 9 8 / 1 2 0 9 4  
 (87)国際公開番号 W O 9 9 / 1 4 4 0 4  
 (87)国際公開日 平成11年3月25日(1999.3.25)  
 (31)優先権主張番号 0 8 / 9 3 1 , 9 2 3  
 (32)優先日 平成9年9月17日(1997.9.17)  
 (33)優先権主張国 米国 (U S)

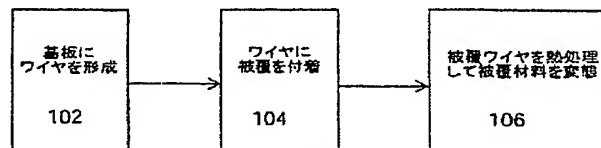
(71)出願人 フォームファクター, インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94550,  
 リヴモア, ラ・リベラ・ストリート・  
 5666  
 (72)発明者 チェン, ジミー, クォーウェイ  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94566,  
 プレザントン, ブラックストン・ブレイ  
 ス・4854  
 (72)発明者 エルドリッジ, ベンジャミン, エヌ  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州94526,  
 ダンビル, シェリ・レーン・651  
 (74)代理人 弁理士 古谷 肇 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属被覆物を穏やかに熱処理することにより改良された材料特性を備える構造を製造する方法

## (57)【要約】

好適な形状の金属の付着は、パーツ(204)上の被覆物(206)、又は独立した材料(300)、及び改良された機械的特性を得るための二次的な熱処理(106)を含む。特に本方法は、比較的高い降伏強度を備える製品を提供する。しばしばこの製品は、比較的高い弾性率を備え、熱に対して安定であり、25℃をはるかに超える温度において高い降伏強度を維持する。この技術は、選択された添加物の存在下で材料(206)を付着し、その後この付着された材料に穏やかな熱処理(206)を施すことが必要である。この穏やかな熱処理は、より低い温度で及び/又は短い時間で行われる他の一般に実施される「応力除去」熱処理とは異なり、新しい所望の形状に材料を再構成するのにちょうど必要なだけ行うことが好ましい。例えばばね形状の細長い部材を被覆して熱処理することにより、電子機器用途に有用な弾力のある導電性の接点(212、920、1060)が提供される。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 弾力のある構造を組み立てる方法であって、  
細長い部材を提供するステップと、  
前記細長い部材に被覆物を付着して被覆された細長い部材を与えるステップと、  
その被覆物が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物からなり、  
改良された材料特性を備える被覆物を得る時間と温度の組み合わせで、前記被覆された細長い部材を熱処理するステップと  
からなる方法。

【請求項2】 弾力のある構造を組み立てる方法であって、  
細長い部材を提供するステップと、  
前記細長い部材に被覆物を付着して被覆された細長い部材を与えるステップと、  
その被覆物が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物からなり、  
前記金属がニッケル及びコバルトを含むグループから選択される金属からなり、前記少なくとも1つの添加物がサッカリン及び2-ブチン-1,4-ジオールを含むグループから選択され、  
前記被覆物の降伏強度を増大させる時間と温度の組み合わせで、前記被覆された細長い部材を熱処理するステップと  
からなる方法。

【請求項3】 弾力のある構造を組み立てる方法であって、  
細長い部材を提供するステップと、  
前記細長い部材に非平衡被覆物として被覆物を付着して被覆された細長い部材を与えるステップと、その被覆物が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物からなり、その少なくとも1つの添加物が前記少なくとも1つの金属と共に付着可能であり、  
前記非平衡被覆物に遷移を起こすような時間と温度の組み合わせで、前記被覆された細長い部材を熱処理して平衡状態の被覆物を得るステップと  
からなる方法。

【請求項4】 弾力のある構造を組み立てる方法であって、  
細長い部材を提供するステップと、

前記細長い部材にナノ結晶材料として被覆物を付着して被覆された細長い部材を与えるステップと、その被覆物が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物からなり、その少なくとも1つの添加物が前記少なくとも1つの金属と共に付着可能であり、

遷移を起こすような時間と温度の組み合わせで、前記被覆された細長い部材を熱処理して結晶材料を含む被覆物を得るステップとからなる方法。

【請求項5】 細長い部材を提供するステップと、

前記細長い部材に被覆物を付着して被覆された細長い部材を与えるステップと、その被覆物が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物からなり、

前記被覆物の降伏強度を増大させる時間と温度の組み合わせで、前記被覆された細長い部材を熱処理するステップとからなる方法によって製造される弾力のある構造。

【請求項6】 前記細長い部材がワイヤスケルトンである、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項7】 さらに接触パッドを備える電子部品を含み、前記ワイヤスケルトンがこの接触パッドに取り付けられ、

前記電子部品が、半導体デバイス又は半導体パッケージ、半導体ウエハ、1以上の半導体デバイスに接触する電子デバイス、1以上の半導体デバイスを試験する電子デバイス、プローブカード、プローブ、介在体、ソケットである請求項6記載の方法。

【請求項8】 前記細長い部材が犠牲基板からなる、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項9】 前記細長い部材が、メッキを助長する材料の種づけ層で覆われた犠牲基板からなる、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項10】 前記細長い部材が金属スケルトンからなる、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項11】 前記被覆物が電気メッキにより形成される、請求項1～4

いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項12】 前記被覆物を付着させる方法が、電気メッキ、化学蒸着法(CVD)、物理蒸着法(PVD)、金属の電界又は無電界水溶液メッキ、気体、液体、固体の前駆体の分解又は反応を介して材料の付着が生じる何らかのプロセスを含むグループから選択される、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項13】 前記被覆物が、前記熱処理された被覆物が前記被覆された細長い部材に弾性を与える、十分な厚みを備える、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項14】 前記少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄、ロジウム、パラジウム、タングステン、銅、クロム、チタン、アルミニウム、金、白金を含むグループから選択される、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項15】 前記少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄を含むグループから選択される、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項16】 さらに少なくとも2つの金属を含む材料で覆われることを含み、この2つの金属が、Ni-Co、Co-Mn、Ni-Mn、Pd-Au、Pd-Co、W-Co、Ti-N、Ti-Wを含むグループから選択される、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項17】 前記被覆物がNi-Co合金からなる、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項18】 さらに少なくとも3つの金属を含む材料で覆われることを含み、この3つの金属が、Ni-Co-Mn、Ni-W-Bを含むグループから選択される、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項19】 前記少なくとも1つの添加物が相対的に微量成分である、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項20】 前記少なくとも1つの添加物又はその添加物の誘導体の少なくとも1つが、前記少なくとも1つの金属と共に付着可能であり、前記被覆物

の構造を構成するような穏やかな熱処理時に、前記少なくとも1つの金属と共存して、前記被覆された細長い部材の降伏強度を増大させ得る、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項21】 前記少なくとも1つの添加物が硫黄含有化合物を含む、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項22】 前記少なくとも1つの添加物が、サッカリン、ナフタリントリースルホン酸 (NTSA)、2-ブチン-1,4-ジオール、チオ尿素を含むグループから選択される、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項23】 さらに前記被覆物を付着するためのメッキ浴を使用することを含み、前記少なくとも1つの添加物が、メッキ浴内で約20mg/L以上の濃度のサッカリンである、請求項2記載の方法。

【請求項24】 さらに前記被覆物を付着するためのメッキ浴を使用することを含み、前記少なくとも1つの添加物が、メッキ浴内で約5mg/L以上の濃度の2-ブチン-1,4-ジオールである、請求項2記載の方法。

【請求項25】 さらにNiCl、NiBr、クラス1の光沢剤、クラス2の光沢剤を含むグループから選択される材料の存在下で、前記被覆物が付着されることを含む、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項26】 前記被覆物が、僅かに組織化された状態からより組織化された状態へ微細構造の発熱変態を受け、この発熱変態がピーク温度を備え、熱処理温度がこのピーク温度を約0℃～約100℃超える温度である、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項27】 前記被覆物が前記熱処理ステップ以前にアモルファス材料を含む、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項28】 前記熱処理ステップが、アモルファス材料の少なくともいくらかを秩序材料に変態させるように、前記被覆物に変態を生じさせる、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項 29】 前記被覆物が前記熱処理ステップ後に秩序材料を含む、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 30】 前記被覆物が前記熱処理ステップ前にナノ結晶材料を含む、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 31】 前記熱処理ステップが、前記被覆物のナノ結晶材料の相当の部分を経晶材料へ変態させる、請求項 30 記載の方法。

【請求項 32】 前記被覆物が前記熱処理ステップ後に結晶材料を含む、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 33】 さらに前記被覆された細長い部材が、より大きな構造に取り付けられ、弾力のある電氣的接点を含むように、前記被覆物を付着することを含む、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 34】 さらに前記被覆ステップの後に及び前記熱処理ステップの前又は後に、前記細長い部材を全て又は部分的に除去することを含む、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 35】 前記細長い部材が、金、シリコン、アルミニウム、銅、チタン、タングステンを含むグループから選択される、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 36】 前記被覆された細長い部材が熱処理前よりも熱処理後により高い降伏強度を備える、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 37】 前記熱処理が、当該被覆物に対する最大に近い値の降伏強度を備える被覆された細長い部材が得られるような時間と温度の組み合わせで行われ、さらなる有意の熱処理が最大値から相当な程度降伏強度を減少させる、請求項 36 記載の方法。

【請求項 38】 前記被覆された細長い部材が熱処理前よりもより弾力がある、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の方法又は請求項 5 記載の弾力のある構造。

【請求項 39】 前記被覆物の改良された材料特性が、熱処理前の前記被覆物の降伏強度に対して増大した降伏強度を含む、請求項 1～4 いずれか 1 項記載

の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項40】 前記被覆物の改良された材料特性が、熱処理前の前記被覆物の弾性率に対して増大した弾性率を含む、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項41】 前記被覆物の改良された材料特性が、100℃より高い温度における負荷の下で、熱処理前の前記被覆物の対応する安定性と比較して増大した安定性を含む、請求項1～4いずれか1項記載の方法又は請求項5記載の弾力のある構造。

【請求項42】 前記平衡状態の被覆物が、前記非平衡状態の被覆物よりもより高い降伏強度を備える、請求項3記載の方法。

【請求項43】 前記平衡状態の被覆物が、前記非平衡状態の被覆物よりもより高い弾性率を備える、請求項3記載の方法。

【請求項44】 前記平衡状態の被覆物が、前記非平衡状態の被覆物よりもより弾性がある、請求項3記載の方法。

【請求項45】 前記結晶材料が、前記ナノ結晶材料よりもより高い降伏強度を備える、請求項4記載の方法。

【請求項46】 前記結晶材料が、前記ナノ結晶材料よりもより高い弾性率を備える、請求項4記載の方法。

【請求項47】 前記結晶材料が、前記ナノ結晶材料よりもより弾性がある、請求項4記載の方法。

【請求項48】 構造を組み立てる方法であって、  
ベース部を提供し、このベース部が、その上に第1の材料が付着可能である型を含むステップと、

前記型に第1の材料を付着して初期の形作られた付着物を与えるステップと、  
この第1の材料が少なくとも1つの金属を含み、

前記初期の形作られた付着物を、改良された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで熱処理するステップとからなる方法。

【請求項49】 前記型がワイヤスケルトンを含む、請求項48又は84、



87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項50】 さらに接触パッドを備える電子部品を含み、前記ワイヤスケルトンがこの接触パッドに取り付けられ、前記電子部品が、半導体デバイス又は半導体ウエハ、1以上の半導体デバイスを接続するための電子デバイス、1以上の半導体デバイスを試験するための電子デバイス、プローブカード、コネクタ、ソケットである、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項51】 前記型が第2の材料内に画定される空間を含み、この空間が前記熱処理された形作られた付着物の幾何学的形状を与える、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項52】 前記形がメッキを助長する材料からなる種づけ層で覆われる第2の材料を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項53】 前記第2の材料が、フォトレジスト及びワックスを含むグループから選択される、請求項52記載の方法。

【請求項54】 前記初期の形作られた付着物が電気メッキによって形成される、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項55】 付着させる方法が、電気メッキ、化学蒸着法(CVD)、物理蒸着法(PVD)、金属の電界又は無電界水溶液メッキ、気体、液体、固体の前駆体の分解又は反応を介して材料の付着が生じる何らかのプロセスを含むグループから選択される、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項56】 前記熱処理された形作られた付着物が、改良された材料特性が前記熱処理された形作られた付着物に弾性を与えるに十分な厚みを備える、請求項48又は84、87、91記載の方法。

【請求項57】 前記少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄、ロジウム、パラジウム、タングステン、銅、クロム、チタン、アルミニウム、金、白金を含むグループから選択される、請求項48又は84、87、91記載の

方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項58】 前記少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄を含むグループから選択される、請求項48又は87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項59】 さらに少なくとも2つの金属を含む第1の材料を付着することを含み、この2つの金属が、Ni-Co、Co-Mn、Ni-Mn、Pd-Au、Pd-Co、W-Co、Ti-N、Ti-Wを含むグループから選択される、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項60】 前記熱処理された形作られた付着物がNi-Co合金からなる、請求項48又は84、87、91記載の方法。

【請求項61】 さらに少なくとも3つの金属を含む第1の材料を付着することを含み、この3つの金属が、Ni-Co-Mn、Ni-W-Bを含むグループから選択される、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項62】 さらに前記初期の形作られた付着物の中に少なくとも1つの添加物を含み、この少なくとも1つの添加物が相対的に微量成分である、請求項48又は87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項63】 さらに前記初期の形作られた付着物の中に少なくとも1つの添加物を含み、この少なくとも1つの添加物又はその添加物の誘導体の少なくとも1つが、前記少なくとも1つの金属と共に付着可能であり、前記熱処理された形作られた付着物の構造を構成するような穏やかな熱処理時に、前記少なくとも1つの金属と共存して、前記初期の形作られた付着物に対して降伏強度を増大させ得る、請求項48又は87、91記載の方法。

【請求項64】 さらに前記初期の形作られた付着物内に前記少なくとも1つの添加物を含み、前記少なくとも1つの付着物が硫黄含有化合物を含む、請求項48又は87、91項記載の方法。

【請求項65】 さらに前記初期の形作られた付着物内に少なくとも1つの添加物を含み、この少なくとも1つの添加物が、サッカリン、ナフタリントリ-スルホン酸 (NTSA)、2-ブチン-1,4-ジオール、チオ尿素を含むグループか

ら選択される、請求項48又は87、91記載の方法。

【請求項66】 さらにNiCl、NiBr、クラス1の光沢剤、クラス2の光沢剤を含むグループから選択される第3の材料の存在下で、前記第1の材料を付着することを含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項67】 前記初期の形作られた付着物が、僅かに組織化された状態からより組織化された状態へ微細構造の発熱変態を受け、この発熱変態がピーク温度を備え、熱処理温度がこのピーク温度を約0℃～約100℃超える温度である、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項68】 前記初期の形作られた付着物がアモルファス材料を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項69】 前記熱処理ステップが、前記初期の形作られた付着物の材料の少なくともいくらかを、前記熱処理された形作られた付着物内でアモルファス材料から秩序材料への変態を生じさせる、請求項68記載の方法。

【請求項70】 前記熱処理された形作られた付着物が秩序材料を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法。

【請求項71】 前記初期の形作られた付着物がナノ結晶材料を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項72】 前記熱処理ステップが、前記初期の形作られた付着物の材料の少なくともいくらかで、ナノ結晶材料から結晶材料への変態を生じさせる、請求項71記載の方法。

【請求項73】 前記熱処理された形作られた付着物が結晶材料を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項74】 さらに前記熱処理された形作られた付着物が前記ベース部に取り付けられて、弾力のある電氣的接点を含むように、第1の材料を付着することを含む、請求項48又は84、87、91記載の方法。

【請求項75】 さらに前記付着ステップの後に及び前記熱処理ステップの前又は後に、前記型を全部又は一部分除去することを含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項76】 前記熱処理された形作られた付着物の第1の部分が前記ベース部に固定され、前記熱処理された形作られた付着物の第2の部分が、制限されていなければ、前記ベース部に対して弾性的に動き得るように、前記ベース部から分離される、請求項75記載の方法。

【請求項77】 前記型が、金、シリコン、アルミニウム、銅、チタン、タングステンを含むグループから選択される材料を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項78】 前記熱処理された形作られた付着物が、初期の形作られた付着物よりも高い降伏強度を備える、請求項48又は84、87、91記載の方法。

【請求項79】 前記熱処理が、当該熱処理された形作られた付着物に対する最大の降伏強度を備えるように熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで行われ、さらなる有意の熱処理が最大値から相当な程度降伏強度を減少させる、請求項78記載の方法。

【請求項80】 前記熱処理された形作られた付着物の改良された材料特性が、前記初期の形作られた付着物の降伏強度に対して選択された増大した降伏強度を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項81】 前記熱処理された形作られた付着物の改良された材料特性が、前記初期の形作られた付着物の弾性率に対して選択された増大した弾性率を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項82】 前記熱処理された形作られた付着物の改良された材料特性が、100℃より高い温度における負荷の下で、前記初期の形作られた付着物の関連する安定性と比較して、選択された増大した安定性を含む、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項83】 前記熱処理された形作られた付着物が、前記初期の形作られた付着物よりも一層弾力のある、請求項48又は84、87、91記載の方法あるいは請求項95記載の突起。

【請求項84】 構造を組み立てる方法であって、

ベース部を提供し、このベース部が、その上に第1の材料が付着可能である型を含むステップと、

前記型に第1の材料を付着して初期の形作られた付着物を与えるステップと、この第1の材料が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物を含み、

前記金属が、ニッケル及びコバルトを含むグループから選択され、前記少なくとも1つの添加物が、サッカリン及び2-ブチン-1,4-ジオールを含むグループから選択され、

前記初期の形作られた付着物を、改良された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで熱処理するステップとからなる方法。

【請求項85】 さらに前記第1の材料を付着するためのメッキ浴を使用することを含み、前記少なくとも1つの添加物が、メッキ浴内で約20mg/L以上の濃度のサッカリンである、請求項84載の方法。

【請求項86】 さらに前記第1の材料を付着するためのメッキ浴を使用することを含み、前記少なくとも1つの添加物が、メッキ浴内で約5mg/L以上の濃度の2-ブチン-1,4-ジオールである、請求項84記載の方法

【請求項87】 構造を組み立てる方法であって、

ベース部を提供し、このベース部が、その上に第1の材料が付着可能である型を含むステップと、

前記型に第1の材料を付着して、非平衡状態の形付けられた付着物である、初期の形作られた付着物を与えるステップと、この第1の材料が少なくとも1つの金属を含み、

前記非平衡状態の形作られた付着物を、遷移を起こすような時間と温度の組み合わせで熱処理して、平衡状態の形作られた付着物でありかつ選択された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるステップとからなる方法。

【請求項88】 前記平衡状態の形作られた付着物が、非平衡状態の形作られた付着物よりもより高い降伏強度を備える、請求項87記載の方法。

【請求項 89】 前記平衡状態の形作られた付着物が、非平衡状態の形作られた付着物よりもより高い弾性率を備える、請求項 87 記載の方法。

【請求項 90】 前記平衡状態の形作られた付着物が、100℃より高い温度における負荷の下で、非平衡状態の形作られた付着物の熱安定性と比較して増大した熱安定性を備える、請求項 87 記載の方法。

【請求項 91】 構造を組み立てる方法であって、  
ベース部を提供し、このベース部が、その上に第 1 の材料が付着可能である型を含むステップと、

前記型に第 1 の材料を付着して、ナノ結晶の付着物である、初期の形作られた付着物を与えるステップと、この第 1 の材料が少なくとも 1 つの金属を含み、

前記ナノ結晶の付着物を、遷移を起こすような時間と温度の組み合わせで熱処理して、結晶の付着物でありかつ選択された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるステップと  
からなる方法。

【請求項 92】 前記結晶の付着物が、ナノ結晶の付着物の降伏強度よりもより高い降伏強度を備える、請求項 91 記載の方法。

【請求項 93】 前記結晶の付着物が、ナノ結晶の付着物の弾性率よりもより高い弾性率を備える、請求項 91 記載の方法。

【請求項 94】 前記結晶の付着物が、100℃より高い温度における負荷の下で、ナノ結晶の付着物の熱安定性と比較して増大した熱安定性を備える、請求項 91 記載の方法。

【請求項 95】 ベース部を提供し、このベース部が、その上に第 1 の材料が付着可能である型を含むステップと、

前記型に第 1 の材料を付着して初期の形作られた付着物を与えるステップと、この第 1 の材料が少なくとも 1 つの金属を含み、

前記初期の形作られた付着物を、改良された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで熱処理するステップと、  
を含む方法により製造された突起。

【請求項96】 前記熱処理された形作られた付着物が、前記改良された材料特性が前記第1の材料に弾力性を与えるのに、十分な厚みを備える、請求項95記載の突起。

【請求項97】 前記少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄を含むグループから選択される、請求項95記載の突起、

【請求項98】 前記熱処理された形作られた付着物がNi-Co合金を含む、請求項95記載の突起。

【請求項99】 さらに前記初期の形作られた付着物に少なくとも1つの添加物が含まれ、この少なくとも1つの添加物又はこれの誘導体の少なくとも1つが、前記少なくとも1つの金属と共に付着可能であり、前記熱処理された形作られた付着物の構造を構成する穏やかな熱処理時に、前記少なくとも1つの金属と共存可能であり、前記初期の形作られた付着物に対して増大した降伏強度を与え得る、請求項95記載の突起。

【請求項100】 さらに前記初期の形作られた付着物内に少なくとも1つの添加物が含まれ、この少なくとも1つの添加物が硫黄含有化合物を含む、請求項95記載の突起。

【請求項101】 さらに前記初期の形作られた付着物内に少なくとも1つの添加物を含み、この少なくとも1つの添加物が、サッカリン、ナフタリントリルスルホン酸 (NTSA)、2-ブチン-1,4-ジオール、チオ尿素を含むグループから選択される、請求項95記載の突起。

【請求項102】 前記熱処理された形作られた付着物が秩序材料を含む、請求項95記載の突起。

【請求項103】 さらに前記熱処理された形作られた付着物が前記ベース部に取り付けられ、かつ弾性のある電氣的接点を含むように、第1の材料を付着させることを含む、請求項95記載の突起。

【請求項104】 前記熱処理された形作られた付着物が、前記初期の形作られた付着物よりも高い降伏強度を備える、請求項95記載の突起。

【請求項105】 前記熱処理が、前記熱処理された形作られた付着物に対する最大値に近い値の降伏強度を備える熱処理された形作られた付着物を与える

ような時間と温度の組み合わせで行われ、さらなる有意の熱処理が最大値から相当な程度降伏強度を減少させる、請求項 104 記載の突起。

【請求項 106】 前記熱処理された形作られた付着物が、前記初期の形作られた付着物よりも高い熱安定性を有し、100℃を超える温度における負荷の下で、前記初期の形作られた付着物の温度安定性と比較して増大した温度安定性を備える、請求項 95 記載の突起。

【請求項 107】 前記熱処理された形作られた付着物が、前記初期の形作られた付着物よりも弾力がある、請求項 95 記載の突起。

【請求項 108】 当該構造に対して最大に近い値の降伏強度を備える構造であって、

細長い部材と、

前記細長い部材上の被覆物と、

この被覆物が少なくとも 1 つの金属を含み、

前記細長い部材上に被覆されたままの被覆物の組成に対して概して最大の降伏強度に近い値である、選択された降伏強度を備える弾力のある構造を得るよう処理されること  
からなる構造。

【請求項 109】 当該構造に対して最大に近い値の降伏強度を備える構造であって、

細長い部材と、

前記細長い部材上の被覆物と、

この被覆物が少なくとも 1 つの金属を含み、

卓越した結晶構造を含む被覆物を備える弾力のある構造を得るよう処理されること  
からなる構造。

【請求項 110】 最大に近い値の降伏強度を備える弾力のある接触構造であって、

ベース部と、

前記ベース部に取り付けられた本体と、さらにこの本体が第 1 の材料を含むこ



とと、

前記第1の材料が少なくとも1つの金属を含むことと、

前記本体が、本体の改良された材料特性を与えるように処理されることと  
からなる接触構造。

【請求項111】 卓越した結晶粒構造を備える構造であって、  
ベース部と、

前記ベース部に取り付けられた本体と、さらにこの本体が第1の材料を含むことと、

前記第1の材料が少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物を含み、この少なくとも1つの添加物が前記少なくとも1つの金属と共に付着され得ることと、

前記本体の形状の第1の材料の組成に対して概して最大の降伏強度に近い値である、選択された降伏強度を備える構造を得るように処理されることと  
からなる構造。

【請求項112】 前記細長い部材がワイヤスケルトンを含む、請求項108又は109記載の構造。

【請求項113】 前記被覆物が、少なくとも前記ワイヤスケルトンのような厚みである、請求項112記載の構造。

【請求項114】 さらに接触パッドを備える半導体を含み、前記ワイヤスケルトンがこの接触パッドに接続される、請求項112記載の構造。

【請求項115】 さらに接触パッドを備える電子部品を含み、前記被覆物がこの接触パッドに接続される、請求項108又は109記載の構造。

【請求項116】 前記細長い部材が犠牲基板を含む、請求項108又は109記載の構造。

【請求項117】 前記細長い部材が、メッキを助長する材料の種づけ層で覆われた犠牲基板を含む、請求項108又は109記載の構造。

【請求項118】 前記細長い部材が金属スケルトンからなる、請求項108又は109記載の構造。

【請求項119】 前記被覆物が電気メッキによって形成される、請求項1

08又は109記載の構造。

【請求項120】 さらに前記被覆物内に少なくとも1つの添加物を含み、前記電気メッキが、少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物を含む浴内で実施される、請求項119記載の構造。

【請求項121】 前記被覆物が、電気メッキ、化学蒸着法（CVD）、物理蒸着法（PVD）、金属の電界又は無電界水溶液メッキ、気体、液体、固体の前駆体の分解又は反応を介して材料の付着が生じる何らかのプロセスを含むグループから選択されるプロセスによって形成される、請求項108又は109記載の構造。

【請求項122】 前記被覆物が弾性構造に弾力性を与えるのに十分な厚みである、請求項108又は109記載の構造。

【請求項123】 少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄、ロジウム、パラジウム、タングステン、銅、クロム、チタン、アルミニウム、金、白金を含むグループから選択される、請求項108又は109記載の構造あるいは請求項110記載の接触構造あるいは111記載の構造。

【請求項124】 少なくとも1つの金属が、ニッケル、コバルト、鉄を含むグループから選択される、請求項108又は109記載の構造あるいは請求項110記載の接触構造あるいは111記載の構造。

【請求項125】 さらに前記被覆物内又は請求項110記載の接触構造内又は111記載の構造内に少なくとも1つの添加物を含み、さらに前記第1の材料内に少なくとも1つの添加物を含み、前記少なくとも1つの添加物又はその少なくとも1つの添加物の誘導体が、前記少なくとも1つの金属と共に付着可能であり、前記被覆された細長い部材の降伏強度を増大させるように前記被覆物の構造を構成するための穏やかな熱処理時に、前記少なくとも1つの金属と共存可能である、請求項108又は109記載の構造。

【請求項126】 さらに前記被覆物内又は請求項110記載の接触構造内又は111記載の構造内に少なくとも1つの添加物を含み、さらに前記第1の材料内に少なくとも1つの添加物を含み、前記少なくとも1つの添加物が硫黄含有化合物を含む、請求項108又は109記載の構造。

【請求項 1 2 7】 さらに前記被覆物内又は請求項 1 1 0 記載の接触構造内又は 1 1 1 記載の構造内に少なくとも 1 つの添加物を含み、さらに前記第 1 の材料内に少なくとも 1 つの添加物を含み、前記少なくとも 1 つの添加物が、サッカリン、ナフタリントリースルホン酸 (NTSA)、2-ブチン-1,4-ジオール、チオ尿素を含むグループから選択される、請求項 1 0 8 又は 1 0 9 記載の構造。

【請求項 1 2 8】 さらに少なくとも 2 つの金属を含む被覆物からなり、この 2 つの金属が、Ni-Co、Co-Mn、Ni-Mn、Pd-Au、Pd-Co、W-Co、Ti-N、Ti-W を含むグループから選択される、請求項 1 0 8 又は 1 0 9 記載の構造。

【請求項 1 2 9】 前記被覆物が合金を含む、請求項 1 0 8 又は 1 0 9 記載の構造。

【請求項 1 3 0】 前記被覆層が Ni-Co 合金である、請求項 1 2 9 記載の構造。

【請求項 1 3 1】 さらに少なくとも 3 つの金属を含む被覆物からなり、この 3 つの金属が、Ni-Co-Mn 及び Ni-W-B を含むグループから選択される、請求項 1 0 8 又は 1 0 9 記載の構造。

【請求項 1 3 2】 さらに前記被覆物内に少なくとも 1 つの添加物を含み、この少なくとも 1 つの添加物が相対的に微量成分である、請求項 1 0 8 又は 1 0 9 記載の構造。

【請求項 1 3 3】 さらに接触パッドを備える半導体を含み、前記本体がこの接触パッドと接続される、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 3 4】 さらに接触パッドを備える電子部品を含み、前記本体がこの接触パッドと接続される、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 3 5】 前記本体が電気メッキによって形成される、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 3 6】 さらに前記第 1 の材料内に少なくとも 1 つの添加物を含み、前記電気メッキが、前記少なくとも 1 つの金属と前記少なくとも 1 つの添加物を含む浴内で実施される、請求項 1 3 5 記載の接触構造。

【請求項137】 前記本体が、電気メッキ、化学蒸着法（CVD）、物理蒸着法（PVD）、スパッタリング、金属の電界又は無電界水溶液メッキ、気体、液体、固体の前駆体の分解又は反応を介して材料の付着が生じる何らかのプロセスを含むグループから選択されるプロセスによって形成される、請求項110記載の接触構造又は111記載の構造。

【請求項138】 前記本体が弾力を備えることに対して十分な厚みである、請求項110記載の接触構造又は111記載の構造。

【請求項139】 さらに少なくとも2つの金属を含む材料を付着させることを含み、この2つの金属が、Ni-Co、Co-Mn、Ni-Mn、Pd-Au、Pd-Co、W-Co、Ti-N、Ti-Wを含むグループから選択される、請求項110記載の接触構造又は111記載の構造。

【請求項140】 前記本体が合金を含む、請求項110記載の接触構造又は111記載の構造。

【請求項141】 前記本体がNi-Co合金を含む、請求項110記載の接触構造又は111記載の構造。

【請求項142】 さらに少なくとも3つの金属を含む第1の材料を付着することを含み、この3つの金属が、Ni-Co-Mn及びNi-W-Bを含むグループから選択される、請求項110記載の接触構造又は111記載の構造。

【請求項143】 さらにNiCl、NiBr、クラス1の光沢剤、クラス2の光沢剤を含むグループから選択される材料からなる被覆物を含む、請求項108又は109記載の構造。

【請求項144】 さらに前記被覆物内に少なくとも1つの添加物を含み、前記少なくとも1つの金属及び前記少なくとも1つの添加物又はこの添加物の誘導体が、秩序材料として広い部分で構成される、請求項108又は109記載の構造。

【請求項145】 さらに前記被覆物内に少なくとも1つの添加物を含み、前記少なくとも1つの金属及び前記少なくとも1つの添加物又はこの添加物の誘導体が、結晶材料として広い部分で構成される、請求項108又は109記載の構造。

【請求項 146】 前記弾力のある構造が電氣的な相互接続を含む、請求項 108 又は 109 記載の構造。

【請求項 147】 前記細長い部材が、金、シリコン、アルミニウム、銅、チタン-タングステンを含むグループから選択される材料を含む、請求項 108 又は 109 記載の構造。

【請求項 148】 前記弾力のある構造が、処理されていない対応する細長い部材及び対応する被覆物よりも高い降伏強度を備える、請求項 108 又は 109 記載の構造。

【請求項 149】 処理が、前記細長い構造上の被覆物に対する最大値に近い値である降伏強度を備える弾力のある構造をもたらし、さらなる有意の処理が最大値から相当な程度降伏強度を減少させる、請求項 148 記載の構造。

【請求項 150】 前記弾力のある構造が、処理されていない対応する細長い部材及び対応する被覆物よりも高い弾性率を備える、請求項 108 又は 109 記載の構造。

【請求項 151】 前記弾力のある構造が、100℃を超える温度における負荷の下で、処理されていない対応する細長い部材及び対応する被覆物に対応する構造の対応する安定性と比較して増大した安定性を備える、請求項 108 又は 109 記載の構造。

【請求項 152】 前記細長い部材及び被覆物が、処理後よりも処理前において、弾力がない、請求項 108 又は 109 記載の構造。

【請求項 153】 さらにNiCl、NiBr、クラス 1 の光沢剤、クラス 2 の光沢剤を含むグループから選択される第 3 の材料の存在下、前記第 1 の材料を付着することを含む、請求項 110 記載の接触構造又は 111 記載の構造。

【請求項 154】 前記本体が秩序材料を含む、請求項 110 記載の接触構造又は 111 記載の構造

【請求項 155】 前記本体が結晶材料を含む、請求項 110 記載の接触構造又は 111 記載の構造

【請求項 156】 前記本体が電氣的相互接続を含む、請求項 110 記載の接触構造又は 111 記載の構造

【請求項 1 5 7】 前記本体が、前記ベース部に接続され、弾力のある電氣的接点を含む、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造

【請求項 1 5 8】 前記本体の第 1 の部分が前記ベース部に固定され、制限されていなければ、前記ベース部の第 2 の部分が前記ベース部に対して弾性的に動き得るように、前記本体の第 2 の部分が、前記ベース部から分離されているが、前記本体の第 1 の部分と接続される、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 5 9】 前記本体が、金、シリコン、アルミニウム、チタン、タングステンを含むグループから選択される材料を含む、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 6 0】 前記本体が、処理された後、より高い降伏強度を備える、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 6 1】 処理が、前記本体の第 1 の材料に対する最大値に近い値である降伏強度を備える弾力のある構造を与え、さらなる有意の処理が最大値から相当な程度降伏強度を減少させる、請求項 1 5 6 記載の構造。

【請求項 1 6 2】 前記本体の改良された材料特性が、処理される前の前記本体の弾力性に対して、選択された増大した弾性率を含む、請求項 1 1 0 記載の接触構造。

【請求項 1 6 3】 前記本体の改良された材料特性が、100℃を超える温度における負荷の下で、処理される前の前記本体の対応する安定性と比較して、選択された増大した安定性を含む、請求項 1 1 0 記載の接触構造。

【請求項 1 6 4】 前記本体が、処理される前の前記本体の弾性率に対して、選択された増大した弾性率を備える、請求項 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 6 5】 前記本体が、100℃を超える温度における負荷の下で、処理される前の前記本体の対応する安定性と比較して、選択された増大した安定性を含む、請求項 1 1 1 記載の構造。

【請求項 1 6 6】 前記本体が処理後により弾力のある、請求項 1 1 0 記載の接触構造又は 1 1 1 記載の構造。

**【発明の詳細な説明】****1. 関連出願の相互参照**

本特許出願は、1997年9月17日に出願された、同時係属中の米国特許出願08/931,923の一部継続出願である。また本特許出願は、1995年5月26日に出願された、同時係属中の米国特許出願08/452,255の一部継続出願である。

**2. 本発明の背景****1. 技術分野**

本発明は、選択された型の中に材料を付着し、その後当初の材料の性質を変えて、所望の機械的特性を得ることに関する。アモルファス構造で付着される適当な材料は、穏やかな条件下で加熱されてより高い弾性、弾性率、応力下での温度安定性を備えるより整った構造を与える。特に、形作られた材料又は種々の型が、新規の材料によって覆われ、熱処理を施されて、形作られた、堅い被覆の、特に導電性のばねの形状で提供される。

**【0001】****2. 関連技術の説明**

所望の機械的特性を与えるための被覆物を適用する概念は、半導体から自動車まで、多くの分野で利用されている。例えば超小型電気機械構造、マイクロエレクトロニクスパッケージ、磁気記憶媒体、これらは全てこのような被覆物を使用している。電鍍のためのスパッタリングから化学蒸着法まで種々のプロセスが、このような被覆物を製造するのに広く使用される。しかしながら多くのこれらの被覆物の機械的特性は、特に上昇した温度において完全には安定でない。特にこれは、結果として非平衡構造を生じる付着プロセスに対して当てはまる。したがってこのような被覆物を備えるパーツは、特に上昇した温度において負荷の下、安定した機械的特性が必要とされる用途において、重要な問題を含む。

**【0002】**

有意に上昇した温度で長い時間にわたって、材料を焼鈍又は加熱することは、構造をより平衡な状態に導く方法として一般に認識されている。焼鈍はしばしば脆性に対して利用される。しばしば脆性は、種々の材料形成プロセスの結果生じる。例えばワイヤを形成する場合、種々の圧縮及び変形プロセスを含む、ダイを

介して材料を押し出すことが一般的である。押し出されたままのワイヤは所望の形状を備えるが、材料の微細構造の検査は、内部応力場として相当量の内部応力が存在することを示す。この内部応力場が大きければ、材料は脆くなると考えられ、緩やかな応力が作用することによって破壊される。このようなワイヤを熱処理することによって、材料は再構成され、この内部応力場は除去される。

#### 【0003】

また熱処理は、システム内の成分を再分配するのに利用される。例えばシリコン基板の表面に硼素又は磷のようなドーパントを適用する半導体プロセスにおいて一般的である。この製品を加熱又は焼鈍することによって、ドーパント原子が基材内に拡散する、シリコン構造内へのドーパント原子の再分配が可能となる。

#### 【0004】

またニッケル (Ni) のような金属被覆物の焼鈍は、多くのメッキ操作において一般的である。これは、基板にニッケルを電気メッキし、その後例えば700℃、1～2時間の焼鈍を行うことがかなり一般的である。一般に焼鈍が比較的長い時間及び／又は比較的高い温度で続けられ、それによって付着物内の全ての応力が本質的に除去される。従来の用途では、ニッケルは比較的迅速にメッキされ、これは、比較的無秩序の初期構造を与え、次には残留応力場に対する多くの源を与える。焼鈍することによって、材料はより安定である平衡状態に達し得る。

#### 【0005】

典型的な焼鈍熱処理は時間と温度の双方に関連し、当業者はより高い温度に対してより短い時間又はより低い温度に対してより長い時間を釣り合わせることができるということに注目される。

#### 【0006】

他の従来のプロセスは、ハードディスクに対する薄膜又は他の記録表面を提供するためのものである。NiPのような材料の薄膜は、基板上に付着され、その後硬質材料を与えるように焼鈍される。

#### 【0007】

半導体技術の進捗とチップ上のデバイス密度の増大につれ、マイクロエレクトロニクスのパッケージ化における電氣的な相互接続及びマイクロエレクトロニク



スの診断の必要性が増えてきている。このような相互接続の機械的特性は、信頼性のあるパッケージ化及び診断の解決を達成する上で重要である。

#### 【0008】

例えばいくらかの弾力性を備えることが、このような相互接続に対して典型的に望まれている。目下マイクロエレクトロニクスのパッケージ化で共通に利用される技術は、僅かな弾力性しか示さないか、全く弾力性を示さない。典型的なパッケージ化は、ワイヤボンディング、テープ自動化ボンディング (TAB)、半田バンプ技術、孔内のピン半田、ピンロウ付け、表面実装半田を含む。マイクロエレクトロニクスの診断で利用される「ポゴ」ピンは弾力のある機械的な構造を備えるように設計されているが、それらの実質的なインダクタンスは、診断システムによる高周波信号の利用を妨げる。

#### 【0009】

マイクロエレクトロニクスで有効な他の弾力のある構造は、マイクロエレクトロニクス機械的構造すなわちMEMSとして公知である種類の構造を含む。多くの研究者が、他の電子部品と共に配置される水平梁のような小さな構造を製造して、リレーのようなデバイスを形成してきている。種々の装置又は他の機械的な構造が作成されてきている。

#### 【0010】

本発明以前に、丈夫で弾力のある微細構造を形成する必要が認められていたが、それを可能とするような技術は存在しなかった。弾力のある材料から直接微細構造を形成することは、一般にかなり困難であり、不可能でないとしても、そこでは弾力のある材料が特定の形成方法を妨げる。例えば従来のプローブカードのタングステン針は、約90°の角度で曲げて配置し、さらに長さを揃えることができるが、微妙な形状を付けるのはことのほか困難である。

#### 【0011】

本発明以前に、特に良好な降伏強度を備える構造を有するのに望ましい、小さな(数10～数100 $\mu$ m)最小造作寸法の基板の上に又は大きな(数mm、数cm又はそれ以上)最小造作寸法の基板の上にでさえも被覆物をメッキして、弾性特性を与えることは不可能であった。この限界は、デバイスが程良く上昇した温度、100

℃、85℃を超える、あるいは50℃でさえも超える温度で利用されることが予定される場合には、特に厄介である。従来の被覆物は、結果として生じる被覆生成物の温度不安定性のために、耐久性のある丈夫なばね構造を創り出すのに利用することができない。有効な機械的特性を備える構造の欠如は、プローブカードのような多数の小さなばねデバイスを備えるデバイスを構築することを極端に困難にする。

#### 【0012】

微細構造を形成することに関する初期の研究は、容易に形を付けられる金のような軟らかい材料に対して、さらに堅い被覆物をメッキして、弾力のある構造とすることを示す。フォームファクター、インコーポレーテッドに所有される、1995年12月19日に発行された「Method of Manufacturing Electrical Contacts, Using a Sacrificial Member」と題される米国特許第5,476,211号を参照のこと。本発明に引き継がれるこの研究は、改良された材料及び、最終製品を丈夫にかつ弾力性を持たせることができるその後の熱処理の利用を示す。適切な熱処理と共にこれらの同様の又は類似する材料を使用することによって、幅広い種々の用途において弾力のある構造を提供可能である。

#### 【0013】

一般にメッキ技術がよく知られている。例えば「Composition Control of Electrodeposited Nickel-Cobalt Alloys」という米国特許第4,439,284号を参照のこと。しかしながら本出願に開示されるメッキ材料の選択及び熱処理条件は、米国特許第4,439,284号又は他の文献に過去において開示されていない。

#### 【0014】

当業者は、材料が有益となる高い降伏強度を備える他の用途を認めるであろう。これは、任意の又は可能な複雑形状を備える基材に対して特に当てはまり、ここでは形状の維持が重要であり、又は基材は十分に高い降伏強度を備えていない。特に同等の外側形状及び寸法の種々のばね構造を製造する際、弾性率の増大はばね値に比例して増大する。微細ピッチ相互接続に対して、固定された容積において一層大きなばね値を達成することが有益である。

### 3. 本発明の概要

本発明は、特に上昇した温度において、負荷の下安定した機械的特性を与えることができなかった以前の材料に見られた従来の問題を解決する。一般的な技術は、上昇した動作温度においてさえも、改良された機械的特性を備えるパーツ上の被覆物又は自立型の被覆物の作成を可能にする。特に本方法は、比較的高い降伏強度、比較的高い弾性率、上昇した温度における負荷の下での変形に対する抵抗性を示す改良された温度安定性を備える製品を与える。本技術は、選択された状態で被覆物を付着し、その後穏やかな熱処理を被覆物に施すことを含む。この穏やかな熱処理は、他の一般に使用される「応力除去」熱処理とは異なり、相当に低い温度及び／又は相当に短い時間の組み合わせが利用される。従来の焼鈍熱処理は、その後の冷却後には本質的に全ての応力が除去されるような温度及び時間で材料を加熱する。本技術は、被覆されたままの材料を、好ましくは所望の新しい形態に材料を再構成するのにちょうど十分な、より穏やかな温度及び／又は時間で熱処理する。処理後には機械的特性が改良される。実際に降伏強度が熱処理後に増大する。しかし典型的な応力除去熱処理の後には、一般に降伏強度は減少する。一般にはR. J. Walterの「Plating and Surface Finishing」、1986年10月、48～53頁；A. J. Dillの「Plating」、1974年11月、1001～1004頁；A. W. ThompsonとH. J. Saxtonの「Metallurgical Transaction」Vol. 4、1973年6月、1599～1605頁を参照のこと。

#### 【0015】

多くの材料が本技術に対して使用されるのに適するが、1つの特に好適なシステムでは、サッカリンのような添加物を含む微量の硫黄を含む、ニッケル又はニッケル／コバルト合金が含まれる。この材料は、基板上に電気メッキされ、さらに穏やかな条件下で熱処理される。

#### 【0016】

付着の好適な方法は、電気メッキであるが、化学蒸着法（CVD）、物理蒸着法（PVD）、金属の電界又は無電界水溶液メッキ、気体、液体、固体の前駆体の分解又は反応を介して材料の付着が生じる何らかのプロセスを含む他の有効な付着プロセスでもよい。

#### 【0017】

安定な機械的特性を備える被覆物を製造する新しい技術は、それ自体に弾力のある構造を製造する技術を与え、この弾力のある構造はマイクロエレクトロニクス相互接続のような多くの用途で重要である。安定な機械的特性に加えて、多くの新規の被覆物が高い電気伝導性を備える構造を与える。したがって本発明を利用することによって、低インダクタンスで弾力のある相互接続を製造可能である。

#### 【0018】

1つの特定の好適な実施例では、「Method of Manufacturing Electrical Contacts, Using a Sacrificial Member」と題する米国特許第5,476,211号に記載されるように、被覆物がワイヤ又はリボンに適用されてMicroSpring（登録商標）接触を形成する。この技術は、特に25～50 $\mu\text{m}$ （1～2ミル）の被覆物で、約25～50 $\mu\text{m}$ （約1～2ミル）の厚みのワイヤを被覆するための、ばね接触のような工作物に関連して開発された。一般に本技術は、20nm（200オングストローム）以上の厚みの薄膜被覆物において有効であり、数mm又は数cm程度の厚みの厚膜に対してさえも有効である。当業者には、本発明の教示が広い範囲の種々の構造に適用されることが明らかであろう。

#### 【0019】

他の特に好適な実施例では、被覆材料が改良された材料特性を備える有効な接点又は他の構造を構築するような型に付着される。1つの好適な構造は、図3B、3Cのリソグラフィのばねである。他の特定の好適な構造は、図9C、10Kに例示されるリソグラフィのばねである。

#### 【0020】

他の付着方法も利用することが可能である。特にスパッタリングは、型に初期の形付けられた付着物を与え、さらに初期の形付けられた付着物を熱処理して、熱処理された形付けられた付着物を与えるのに有効である。

#### 【0021】

これらの付着方法によって付着物をスパッタリングするための「型」は、種々の形態を取り得る。その型には、細長い輪郭のワイヤ又は種づけ層トレースのような細長い部材；適当な除去可能材料に画定されるトレンチ；メッキ可能種づけ

層のような材料を含む随意のトレンチのようなもの；除去可能材料内の又は除去可能材料上の他の型；メッキ可能な種づけ層のような材料を含む随意の型のようなものが含まれる。1つの好適な型はワイヤスケルトンである。他の好適な型は、構造に種づけ層を備えるマスク材料に画定された構造である。他の好適な型は、マスク材料上のパターン化された種づけ層によって画定される構造であり、そこでは、マスク材料の輪郭上のパターン化された種づけ層の型が影響を与え、最初の材料が付着される。さらに他の好適な型は、輪郭付けされたマスク材料それ自体であり、そこでは、最初の材料がステンシル又はマスクの開口のようなパターンにしたがって付着される。

#### 【0022】

ある種の例示的な実施例では、希釈された添加物を包含することが有効であるが、付着物の重要な特徴は付着金属の粒構造の特性である。本開示は、金属をアモルファス状態で付着し、さらに卓越した結晶構造を形成するように熱処理を施すことを教示する。正しい状態では、本開示で述べられるように、結果として生じる製品は、元の付着物よりも良好な材料特性を備える。

#### 【0023】

1つの好適な実施形態によれば、弾力のある構造は、細長い部材を提供し、細長い部材の上に被覆物を付着して被覆された細長い部材を与え、改良された材料特性を備える被覆物を与える時間と温度の組み合わせで被覆された細長い部材を熱処理することによって製造される。この被覆物は少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物を含む。

#### 【0024】

他の好適な実施形態によれば、弾力のある構造は、細長い部材を提供し、細長い部材の上に被覆物を付着して被覆された細長い部材を与え、被覆物の降伏強度を増大させる時間と温度の組み合わせで被覆された細長い部材を熱処理することによって製造される。この被覆物は少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物を含む。好適な金属はニッケル及びコバルトを含み、好適な添加物はサッカリン及び2-ブチン-1,4-ジオールを含む。

#### 【0025】

他の好適な実施形態によれば、弾力のある構造は、細長い部材を提供し、細長い部材の上に準安定の被覆物として被覆物を付着して被覆された細長い部材を与え、準安定の被覆物に遷移を起こすような時間と温度の組み合わせで被覆された細長い部材を熱処理して安定被覆物を得ることによって製造される。被覆物は少なくとも 1 つの金属と少なくとも 1 つの添加物を含み、少なくとも 1 つの添加物は少なくとも 1 つの金属と共に付着され得る。

#### 【0026】

他の好適な実施形態によれば、弾力のある構造は、細長い部材を提供し、細長い部材の上にナノ結晶材料として被覆物を付着して被覆された細長い部材を与え、変態を起こすような時間と温度の組み合わせで被覆された細長い部材を熱処理して結晶材料を含む被覆物を得ることによって製造される。被覆物は少なくとも 1 つの金属と、この少なくとも 1 つの金属と共に付着され得る少なくとも 1 つの添加物を含む。

#### 【0027】

1 つの好適な実施形態によれば、弾力のある構造は、細長い部材を提供し、細長い部材の上に被覆物を付着して被覆された細長い部材を与え、被覆物の降伏強度を増大させる時間と温度の組み合わせで被覆された細長い部材を熱処理することによって結果生じる。この被覆物は少なくとも 1 つの金属と少なくとも 1 つの添加物を含む。

#### 【0028】

他の好適な実施形態によれば、改良された材料特性を備える構造は、第 1 の材料を付着することができる型を含むベース部を提供し、型に第 1 の材料を付着して初期の形作られた付着物を与え、改良された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで初期の形作られた付着物を熱処理することによって製造される。第 1 の材料は少なくとも 1 つの金属を含む。型は上述のように種々の形態をとる。

#### 【0029】

他の好適な実施形態によれば、構造は、第 1 の材料を付着することができる型を含むベース部を提供し、型に第 1 の材料を付着して初期の形作られた付着物を

与え、改良された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで初期の形作られた付着物を熱処理することによって製造される。第1の材料は少なくとも1つの金属と少なくとも1つの添加物を含む。好適な金属はニッケル及びコバルトを含み、好適な添加物はサッカリン及び2-ブチン-1,4-ジオールを含む。型は上述のように種々の形態をとる。

#### 【0030】

他の好適な実施形態によれば、構造は、第1の材料を付着することができる型を含むベース部を提供し、型に第1の材料を付着して準安定の形作られた付着物である初期の形作られた付着物を与え、遷移を起こすような時間と温度の組み合わせで初期の形作られた付着物を熱処理して、本来安定な形作られた付着物であり、かつ選択された材料特性を有する熱処理された形作られた付着物を与えることによって製造される。第1の材料は少なくとも1つの金属を含む。型は上述のように種々の形態をとる。

#### 【0031】

他の好適な実施形態によれば、構造は、第1の材料を付着することができる型を含むベース部を提供し、型に第1の材料を付着してナノ結晶の付着物である初期の形作られた付着物を与え、変態を起こすような時間と温度の組み合わせでナノ結晶の付着物を熱処理して、本来結晶である付着物であり、かつ選択された材料特性を有する熱処理された形作られた付着物を与えることによって製造される。第1の材料は少なくとも1つの金属を含む。型は上述のように種々の形態をとる。

#### 【0032】

他の好適な実施例によれば、改良された材料特性を備える製品は、第1の材料を付着することができる型を含むベース部を提供し、型に第1の材料を付着して初期の形作られた付着物を与え、改良された材料特性を備える熱処理された形作られた付着物を与えるような時間と温度の組み合わせで初期の形作られた付着物を熱処理することによって結果生じる。第1の材料は少なくとも1つの金属を含む。型は上述のように種々の形態をとる。

#### 【0033】

他の好適な実施例では、構造は当該構造に対して最大値に近い降伏強度を備え、この構造は細長い部材とこの細長い部材上の被覆物を含む。被覆物は、その被覆物の組成に対して概して最大の降伏強度に近い選択された降伏強度を備える弾力のある構造を与えるように処理される。被覆物は少なくとも1つの金属を含む。

#### 【0034】

他の好適な実施例では、構造は当該構造に対して最大値に近い降伏強度を備え、この構造は細長い部材とこの細長い部材上の被覆物を含み、被覆物は卓越する結晶構造を含む被覆物を備える弾力のある構造を与えるように処理される。被覆物は少なくとも1つの金属を含む。

#### 【0035】

他の好適な実施例では、弾力のある接触構造は当該構造に対して最大の降伏強度を備え、この構造はベース部に接続された本体を備えるベース部を含む。さらに本体は、少なくとも1つの金属を含む第1の材料を含み、本体は改良された材料特性が得られるように処理されている。

#### 【0036】

他の好適な実施例では、卓越した結晶粒構造を備える構造はベース部とこのベース部に接続された本体とを含む。本体は第1の材料を含み、さらに第1の材料は少なくとも1つの金属と、この少なくとも1つの金属と共に付着され得る少なくとも1つの添加物とを含む。本体は、この本体の形状の第1の材料の組成に対して概して最大の降伏強度に近い選択された降伏強度を備える構造を与えるように処理される

本発明のこの及びその他の目的及び利点が、図示される実施例の詳細と共に、以下の明細書及び図面からより完全に理解されるであろう。

#### 4. 好適実施例の詳細な説明

本発明は、実用的な何らかの型の未被覆部分から始まる。概して本発明の材料は、何らかの好適なベース又は型を被覆して、その後、記載されるような穏やかな条件での熱処理を行い、有用な製品を得ることができる。ベース又は型は、用途に依存し、維持されても又は維持されなくてもよい。被覆材料の付着は、被覆



プロセスの非常に初期に、好ましくは最初の数十nm（数百オングストローム）の厚み付着された材料内で所望の構造に構成され、厚み数mm又は厚み数cmの付着物でさえも、熱処理をすると本明細書で議論する改良された機械的特性を備える材料を与える性質を示す。

#### 【0037】

研究されている材料に関する他の可能性のある状態と比較する際、所定の構造における熱処理された材料の機械的特性での特定の改良は、増大した（好ましくはおおよそ最大の）降伏強度、増大した（好ましくはおおよそ最大の）弾性率、改良された熱的安定性を含む。他の可能性のある状態は、被覆されたままの（熱処理前の）材料、長時間の（例えば応力除去のための）焼鈍後の材料を含む。

#### 【0038】

当業者はこの発明の教示にしたがって選択的に材料特性の制御をすることができる。例えば熱処理は最小の延性を与えるように選択することができ、またより高い延性を与えるように選択することができる。同様に最大の降伏強度より小さい降伏強度を与えるように熱処理を選択することができ、又は最大の弾性率より小さい弾性率を与えるように熱処理を選択することができる。例えば種々の材料特性の釣り合いをとり、又は他のプロセスの制約に適合するが本発明の教示にしたがう、熱処理を行わずに被覆したままの材料の特性から改良された特性を備える材料を形成することができる。

#### 【0039】

ベースに関する1つの特定の好適な型は、スケルトン又は仮骨組のような細長い部材である。1つの好適なスケルトンはワイヤであり、これはさらに基板もしくはベースに固定される、又はさもなければ支持される。他の好適なスケルトンは、基板もしくはベースから離れるように配向しているが固定されている梁である。ばね形状に形成することができる細長い部材を使用することが特に好ましい。細長い部材は、弾力的であることは必要でなく、実際には任意の又は所望の形状に整えやすい事実上可撓性であることが可能である。

#### 【0040】

また本発明の基本的な材料は異なった方法で付着することができる。例えば所

望の型は、当業界で十分に知られている種々の材料の適用により、シリコンウエハのような基板上に画定することができる。このような材料は、ある種の用途に対するフォトレジストを含み得る。型は、パターンづけ、エッチング等により画定することができ、さらに例えば金属銅を含む層、薄い種層を付着することによる電気メッキに対する調整を行うことができる。基本的な材料は種層の上にメッキされ、以下に詳述されるように熱処理を行うことができる。基礎をなす材料のいくつか又は全てでさえも、選択的に除去可能であり、元の基板の一部又は完全でない本発明の付着材料を残すことができる。選択的な除去は、所望のように、熱処理ステップの前又は後に行うことができる。

#### 【0041】

材料を付着する他の好適な方法はスパッタリングである。材料は適当な形で付着することができ、さらに材料特性を改良するための熱処置を行うことができる。

#### 【0042】

図1は、本発明の一好適実施例による被覆ワイヤを製造する方法のフローチャートである。

#### 【0043】

まず、小さなワイヤスケルトン204（図2A参照）がベース202（図2A参照）上に形成される102。例えばワイヤスケルトン204は金線から作られ、この形成102はワイヤボンディング装置を使用して行われる。例えばベース202は、半導体基板を含むこともある。もちろん多くの他のベース202は、セラミック、プラスチック、金属基板を含む基板から構成することも可能である。

#### 【0044】

次に、被覆物206（図2B参照）がワイヤスケルトン204上に付着される104。例えば被覆物206は、添加剤としてサッカリンを含むメッキ浴を使用して付着されるおおよそ50-50（原子百分率）のニッケル-コバルト（Ni-Co）合金とすることができる。メッキ浴内のサッカリン濃度は、図8を参照して後に議論する。メッキ浴は、Ni/Coの比を変化させることにより、又はサッカリンの代わりに異なる添加物を加えることにより変更される。多くの種類のメッキ浴が使用される。

## 【0045】

代替的な付着方法では、添加物が加えられない。好適な材料及び好適な付着条件を選択して、本発明の熱処理にしたがうアモルファス状態の材料を付着する。

## 【0046】

一般にニッケル (Ni)、コバルト (Co)、鉄 (Fe) ベースの被覆物は、概して同様の結果を与えると予想される。好適な合金は、ニッケル-コバルト (Ni-Co)、コバルト-マンガン (Co-Mn)、ニッケル-マンガン (Ni-Mn)、及びニッケル-コバルト-マンガン (Ni-Co-Mn) のような種々の三元合金を含む。代替的な付着物材料は、ニッケル-タングステン-硼素 (Ni-W-B)、ロジウム (Rh) を含む。他に付着物は、パラジウム (Pd)、パラジウム-金 (Pd-Au)、パラジウム-コバルト (Pd-Co)、タングステン (W)、タングステン-コバルト (W-Co)、チタン-ニッケル (Ti-Ni)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、チタン (Ti)、チタン-タングステン (Ti-W)、アルミニウム (Al)、金 (Au)、白金 (Pt) を含むことが可能である。代替的な添加物は、ナフタリントリルスルホン酸 (NTSA)、2-ブチン-1,4-ジオール、チオ尿素を含む。他に添加物は、クラス1及びクラス2の光沢剤と共に塩化ニッケル (NiCl)、臭化ニッケル (NiBr) を含むことが可能である。これらの付着物材料及び添加物の全てはメッキの分野では十分に知られている。

## 【0047】

第3に、被覆されたままのワイヤ208 (図2B参照) は、被覆物206の変態温度を超える温度で熱処理を施され106、それによって熱処理された被覆ワイヤ212 (図2C参照) が形成される。例えばニッケル-コバルト合金の熱処理106は、350℃、10分又は300℃、60分で行われる。熱処理106が実施されるべき時間と温度の範囲 (すなわち熱処理範囲) は、図4及び図8を参照して以下に詳述される。もちろん異なる合金又は添加物のシステムに対して、異なる熱処理スケジュールが必要とされる。

## 【0048】

図2Aは、ベース202に取り付けられたワイヤスケルトン204の断面図である。スケルトン204は、有用な弾力のある部品を作るために、その1つが示されるよ

うな、種々の形状に形成することができる。1つの有用な形状は、ばね形状又は弾力を与えることができる形状である。異なる形状は、弾力のある部品に代えて、その用途に依存する有用な形状である。代替的にはスケルトン204は真っ直ぐのワイヤである。

#### 【0049】

図2Bは、ワイヤ204上の被覆物206を含む被覆されたままのワイヤ208の断面図である。被覆物206は、スケルトン204の厚みに対して十分な厚みであり、被覆されたままのワイヤ208の機械的特性に大きな影響を与える。図5Aを参照して以下に述べられるように、被覆されたままの被覆物206は、アモルファス又はナノ結晶原子配列を備える。

#### 【0050】

図2Cは、ワイヤスケルトン204上の熱処理された被覆物210を含む熱処理後の被覆ワイヤ212の断面図である。熱処理後の被覆ワイヤ212は、熱処理されていない被覆物の変態温度よりも高い温度で、好ましくは比較的短時間の熱処理106を、被覆されたままのワイヤ108に施すことによって形成される。図5Bを参照して以下に述べられるように、熱処理後の被覆物210は、結晶又は秩序化された原子配列を備える。さらに図8を参照して述べられる試験結果によって証明されるように、熱処理後の被覆ワイヤ212は弾力があり、模擬的な動作状態に曝した後にも、被覆されたままのワイヤ208よりもはるかに良好な弾力が維持される。したがって被覆物206の厚みは、被覆され熱処理を施された構造に対して弾性を十分に与える。

#### 【0051】

典型的なワイヤは、直径約25~38 $\mu\text{m}$  (約1~1.5ミル) であり、38 $\mu\text{m}$  (1.5ミル) 程度の厚みの被覆物を備え、全体の直径が約100 $\mu\text{m}$  (約4ミル) となる。20~50nm (200~500オングストローム) 程度の薄さの被覆物は、本発明で議論される特性を示す。被覆物は比較的厚く、数mm、おそらくは数cm程度あるいはそれ以上の厚みとすることができるが、その場合にもここで議論される特性が示される。

#### 【0052】

有用な被覆物は電気メッキを利用して付着される。代表的なメッキ浴及び方法は次の通りである。好適な実施例であるこの例は、一緒に付着される硫黄をほぼ最少化し、改良された硬度と機械的特性を備える合金を提供する。好適な結晶粒微細化剤は、サッカリンナトリウムとして知られている溶性サッカリン ( $C_7H_5NO_3S$ ) である。当業界ではこの結晶粒微細化剤及び他の結晶粒微細化剤が公知である。この好適な実施例では硫黄を含む材料が使用されているが、これは絶対的に必要なものでないことが明らかである。例えば2-ブチン-1,4-ジオールは、本発明を実施するのに有効であることが示されている。添加物又は付着条件は、以下に述べられるように、所望の被覆物構造を形成するのを助長する。

#### 【0053】

当業者は電気メッキを十分に理解している。略述される電解液の組成、電極、関連する電流密度、付着厚み、特定の装置の条件が与えられると、本明細書で示唆される温度で熱処理を施すことによって、結晶粒界内の硫化ニッケルの析出の痕跡が見られなくなる。析出が存在しないということは、早い時期に製品を故障させる、結晶粒界の形成を防ぎ、脆さを排除する。

#### 【0054】

上手く作られた製品の性能は好適な変形能を共に備える高い降伏強度から導かれる。「層状」(もしくはラメラ)被覆物構造は好ましい製品の性能を導くことが経験的に示されている。ナフタリントリースルホン酸(NTSA)、NDSA、パラートルエンスルホンアミド、(好適には)サッカリンナトリウムのような結晶微細化添加物の添加は、製品にこの「層状」構造を形成し、さらに高められた降伏強度及び所望のスプリングバック特性を与える。一般にこれらの添加物は、付着される最初の金属又は複数の金属と合金化されてはならないが、ともに付着されなくてはならない。ニッケルを含むコバルトの共付着からなる、ある種の合金の薄い付着物は、「層状」構造は目視されないが、それにも関わらず相当な降伏強度を与える。

#### 【0055】

合金付着：この好適な実施例では特に以下の溶液調整、制御、操作条件を利用するが、合金の電気メッキの分野の熟練した技術者は、他の用途に対して、優れ

た特性を備える電着を実施可能である。電着で合金の組織に影響を与えることが認知されている要素は、溶液内のNi/Co電解液比；電流密度、電解液攪拌、pH、温度；硼酸及び全金属の濃度を含む。

### 【0056】

好適な付着物の特性：（熱処理をしていない）メッキしたまま

組成：ニッケル60%±2%、コバルト40%±2%（重量比）

硬度：550Knoop程度

最終的な強度： $\sigma_u$  265 min ksi (ksi=10<sup>3</sup> psi)

降伏強度： $\sigma_y$  160 min ksi

弾性率：E 22±2 Msi（最低値）（Msi=10<sup>6</sup> psi）

伸び：4.5%±0.5%

付着物の外観：付着物は、高い分光反射率を備えて、滑らかで連続している。従来使用されているハルセルパネルテストは、メッキ電流密度の広い範囲にわたってこの外観を示す。

### 【0057】

典型的な溶液調整：高い弾力を備える製品を製造する、本発明の1つの好適な実施例を以下の表1に示す。メッキは、層流ポリプロピレンタンクのような従来使用されているメッキタンク内で行われる。メッキ時間及び条件は、満足される付着物が得られるように行われる。

### 【0058】

表1：典型的な調整

化学種	代表的な調整
1) スルファミン酸ニッケル	1) 100gm/L
2) 硼酸	2) 38gm/L
3) 臭化ニッケル	3) 3～5ml/L（濃度18%）
4) スルファミン酸コバルト	4) 8.3gm/L（コバルト8.3gm）
5) 硫酸ラウリルナトリウム	5) 25dynes/cm
6) サッカリンナトリウム	6) 100mg/L

本発明の代表的なプロセスにおいて、これらの材料は、以下の表2に示す代替

的な材料で、全部又は一部分を置き換えることが可能である。

【0059】

表2：代替的な材料又は化学種

代表的な化学種	代替的な化学種
1) スルファミン酸ニッケル	1a) 硫酸ニッケル 1b) 酢酸ニッケル 1c) 弗化硼素酸ニッケル 1d) 塩化ニッケル 1e) 硫酸-塩化ニッケル 1f) ピロリン酸ニッケル
2) 硼酸	2) クエン酸
3) 臭化ニッケル	3a) 塩化ニッケル 3b) 塩化マグネシウム
4) スルファミン酸コバルト	4a) 硫酸コバルト 4b) 塩化コバルト 4c) 弗化硼素酸コバルト
5) 界面活性剤	5) メッキ用途に設計された市販されている 界面活性剤
6) クラス1 光沢剤	6a) パラートルエンスルホンアミド 6b) ナフタリン-トリ-スルホン酸 ナトリウム 6c) ナフタリンジスルホン酸又は 上記6a~6cの混合物
7) 平滑化作用剤	7a) クマリン 7b) キノリン 7c) 2-ブチン-1,4-ジオール 又はクラス1 光沢剤と平滑化作用剤の混合物

1つの好適な実施例では、被覆材料がばね形状に形成されるワイヤに付着される。適切な加熱の後、熱処理後のばねは、模擬的な動作状態に曝された後の弾性を実質上維持する。このような特性はばねに対して非常に好ましく、特に半導体デバイス、半導体パッケージ、半導体ウエハ、1以上の半導体デバイスを接触するための電子デバイス、1以上の半導体デバイスをテストするための電子デバイス、プローブカード、プローブ、コネクタ、挿入部材、ソケットにおいて使用される場合に好ましい。弾性の維持が圧力接触を維持する上で重要である場合には

常に、このような特性はばねに対して非常に望ましい。またこの同様の特性は、広範な期間に対して高い温度で負荷を受けるあらゆる形状又は外形の複数の機械部品に対して有益である。

#### 【0060】

本明細書に記載される好適な実施例はワイヤ上の被覆物に基づき、これは所望の形状に形成されても又は形成されなくてもよい。本発明の教示は、その上なお他の形状の被覆物にも有効である。特に被覆される対象は、熱処理ステップの前又は後に、新しい被覆物から除去される。例えば本発明と共に、カルフォルニア州、リブモアーのフォームファクター、インコーポレーテッドに割り当てられる、「Microelectronic Contact Structure and Method of Making Same」と題された、同時係属中の米国特許出願第08/802,054号を参照のこと。この出願及び対応するPCT特許出願第97/08271号（1997年5月15日出願、W097/44676として1997年11月27日公開）は、基板上に構造を形成し、さらに自立型部材を生ずるように基板から構造を除去することを開示する。例えば図3A、3B、3C（それぞれ参照出願の図3A、3B、4Eに対応する）を参照のこと。これらは、基板上に形成された構造（図3A）、基板のない同様の構造（図3C）、異なる基板に取り付けられた構造（図3C）を示す。本発明の教示を利用すると、当業者は、適当な時間だけ図3A、3B、3Cの構造を被覆して、本発明で教示するような被覆物を準備することができる。例えばばね接触エレメント460（図3C）は、電子部品470と接続され、さらに被覆されて熱処理される。代替的には、電子部品300（図3A、3B）が、犠牲基板252を除去する前に、被覆されて熱処理される。

#### 【0061】

図3A及び3Bは、参照出願に記載される技術によって製造される接触構造300に対する多くの可能な実施例の内の1つを図解する。犠牲基板252は、接触構造300を準備するために使用される。角錐台状の接続構造（スタッド）310が、接触構造300のベース部302に取り付け造作として製造される。接触構造300の残りの部分は、中央本体部分306、接触端部分304、接触点となる造作308である。W1及びW2は、接触構造のそれぞれの端部の幅である。



## 【0062】

図3Cは、記載される発明の代替的な実施例を図解し、ばね接触エレメント460が、電子部品470の表面から延伸するスタッド472を介して電子部品470に取り付けられている。ばね接触エレメント460のベース部462はスタッド472に適当にロウ付けされる。

## 【0063】

さらに当業者は、本発明の教示を適用して上述のような被覆を適用して、その後基板を除去して被覆物それ自体の形成する製品を残す、被覆するための基板として適する材料を選択することができる。特に好適な実施例では、被覆物が接触構造300の材料のバルクを形成するように、300のような接触構造が適当な基板上に形成される。代替的な基板は、所望の形状の材料を覆う導電層であり、この材料は直ちに容易に除去することができる。このような実施形態は、ワックス、フォトレジスト、他の材料による型から開始され、メッキを容易にするように薄い導電層を塗布し、本発明で開示するような被覆物をメッキし、さらに所望の形状及び特性を備える製品が得られるように熱処理を施す。このような製品の2つの好適な実施例は、本明細書の終わりに向かって詳細が開示される。

## 【0064】

図4は、被覆物206と同様の被覆されたままの被覆物に関する示差走査熱量測定グラフである。測定は、最初に被覆されたままの加熱されていない材料について行われ、室温（約30℃）から500℃まで毎分10℃の温度を上昇させて、熱量の流れを測定した。

## 【0065】

約266℃にあるグラフ中央の（逆向きの）ピーク602は、材料に発熱変態が発生したことを示し、この変態は、特に温度がピーク602の幅によって示される範囲にあるときに発生している。この発熱変態は、微細構造及び原子配列が被覆されたままの被覆物206から熱処理後の被覆物210へ変化する、変態を導き出す。ピーク602がおおよそ200℃より高い温度から始まっていることが明らかであるので、Ni-Co合金が被覆材料として使用されている場合には、約200℃より高い温度の熱処理106がこのような変態を起こし得る。しかしながら一般的に好ましくは、ピ

ーク温度に近いかピーク温度より幾分高い温度が選択される。図示された例では、ピークは約266℃に見られ、300℃、60分又は350℃、10分の条件を含む熱処理が好ましく利用される。一般に当業者は、熱処理温度の範囲が所望の効果を与えることを認識している。一般に有効な温度範囲は、変態温度のピーク温度より0～150℃高い範囲にあり、特に有効な温度範囲は、変態温度のピーク温度より0～100℃高い範囲にある。

#### 【0066】

その上、部分的にのみ変態した製品も有効である。当業者は、本発明の教示にしたがって、所望の変態量を得ることができる。一般に材料特性の有効な増大は、被覆されたままの材料の相当な部分がより秩序状態に変態を受けた場合に見られる。1つの特別な好適実施例は、被覆材料を300℃、15分の条件で熱処理することを含む。

#### 【0067】

図5Aは、被覆したままの被覆物206の試料からのX線回折パターンのグラフである。図5に示される2つのX線回折ピークの相当に広い幅は、材料内の結晶粒が約16nmの平均粒径であり、粒径が比較的狭い範囲に分布することを示す。（平均粒径はDebye-Scherrerの式を使用して求められ、これは当業界では良く知られており、平均粒径の下限を与える。）16nmの平均粒径を備えることにより、被覆されたままの被覆物206は、ナノ結晶又はアモルファス材料としての特徴を有する。

#### 【0068】

図5Bは、本発明の好適な実施例による熱処理後の被覆物210の試料からのX線回折パターンのグラフである。この場合には、適用された熱処理106は、330℃、10分である。図5Bに示される2つの幅の狭いピークは、材料内の結晶粒が約78nmの比較的大きな平均粒径であることを示す。（ここでもDebye-Scherrerの式が使用される。）78nmの平均粒径を備えることにより、熱処理後の被覆物210は、結晶又は秩序化した材料としての特徴を有する。

#### 【0069】

したがって図5A及び5Bに示されるように、被覆材料は、熱処理106の間に

ナノ結晶又はアモルファスから結晶又は秩序材料への変態を行う。

#### 【0070】

図6は、被覆されたままのワイヤ208と熱処理後のワイヤ212に対する応力対伸び（ひずみ）のデータのグラフである。ここで試験されたこれらのワイヤ208及び212は、伸び（ひずみ）がワイヤ208及び212の形状に関係しない、材料の機械的特性として測定されるように、ばね形状に代わり真っ直ぐな形状に形成される。

#### 【0071】

図6のデータは、熱処理後のワイヤ212の機械的特性が被覆されたままのワイヤと比較して優れていることを示す。熱処理後の曲線402は、被覆したままの曲線404と比較して、より高い降伏強度（0.2%のひずみに対する応力として画定する）と、より高い弾性率を示す。したがって熱処理後のワイヤは、作用するより広い範囲の応力にわたって弾力性がある。これは、熱処理後のばねがより高い弾性を備えることを示し、明らかに基本的な材料の改良によるものである。大部分の機械的な部品は、弾力性のある一定の型で（すなわちその形状を維持して）動作するように設計されているので、より高い弾性を示す材料は機械的により安定している。熱処理後のばねの弾力のある材料は、負荷下の、上昇した温度での機械的特性の安定性が劇的に改良される。研究下の材料に対する他の可能性のある状態と比較すると、熱処理後の材料の機械的特性における明確な改良は、増大した（好適にはほぼ最大化された）降伏強度、増大した（好適にはほぼ最大化された）弾性率、改良された温度に対する安定性を含む。他の可能な状態は、被覆されたままの（熱処理前の）材料及び長時間の（例えば応力除去のための）焼鈍後の材料を含む。改良された温度に対する安定性は、上昇した温度において負荷を受けることによる変形に対する耐性が増大することによって明らかにされ、この温度は、85～100℃及び300℃又はそれより高い温度を含む、25℃より幾分高い温度である。

#### 【0072】

図7は、被覆されたままの（図7では「*virgin*」又は「*NHT*」と示される）ワイヤ208と熱処理後の（図7では「*heat treated*」又は「*HT*」と示される）ワイ

ヤ212に対する弾性率対サッカリン濃度のグラフである。グラフは、試験された零ではない全てのサッカリン濃度に対して、特に20mg/L又はそれ以上の濃度で、熱処理後のワイヤ212に対する弾性率が被覆されたままのワイヤ208に対する弾性率よりも大きく安定していることを示す。表1の処方にしたがうメッキ浴内に添加物としてサッカリンを使用すると、熱処理後のワイヤ212は、典型的には約32Msiの弾性率を有し、一方被覆されたままのワイヤ208は、典型的には約24Msiの弾性率を有する。Msiは「メガ」又は $10^6$  psiを表す。

### 【0073】

図8は、サッカリンを含む浴から形成したNi-Coを含む種々の被覆されたワイヤに対する、12.7mm (0.5インチ) マンドレル試験に基づいて測定されたワイヤの曲率を示すグラフである。マンドレル試験は、所定の直径のマンドレルの周囲に真っ直ぐなメッキされたワイヤを巻き付け、一定のひずみを生じさせることからなる。(マンドレルの材料は同様の熱膨張係数を持つものが選択され、それによってワイヤは異なる熱膨張係数によって引き起こされる付加的な応力の発生を防ぐことができる。) さらにワイヤは、両端でマンドレルに取り付けられて、ひずみが維持される。さらにマンドレルーワイヤアセンブリは、何らかの時間/温度条件に曝される。この試験は、時間の関数として上昇した温度での負荷下での材料特性を試験するのに便利であり、異なる動作状態を模倣する特に有効な手段である。所定の試験の条件に対して発生する塑性変形の量は、ワイヤの曲率の変化に反映される。曲率は次の式によって画定される。

### 【0074】

$$\text{曲率} = 100 \times \left( \left( \text{ワイヤの外側端の半径} / \text{ワイヤ中心の半径} \right) - 1 \right)$$

図8は、ワイヤ曲率に対する異なる熱処理温度の影響を示す。メッキされたままのワイヤの組は、室温において測定された曲率を示す。さらにこれらのワイヤは、異なる温度で7分の熱処理を施され、室温に冷却されて、再度曲率を測定された。これらのワイヤは室温での2分間のマンドレル試験を受け、再度曲率を測定された。さらにこれらのワイヤは、85℃、13時間のマンドレル試験を受け、室温に冷却されて、再度曲率を測定された。最後にこれらのワイヤは、85℃、さらに24時間(全体では85℃、37時間)のマンドレル試験を受け、室温に冷却されて

、曲率を測定された。図8に示されるように、室温、2分の機械的な負荷に関連する塑性変形は、種々の温度で熱処理されたワイヤに対して名目上同様である。しかしながら上昇させた温度で機械的な負荷をかけると、より高い温度（400℃以下）で熱処理を行ったワイヤはより小さな塑性変形を示す。これは、熱処理後の改良された機械的特性のもう1つの特性を示す。機械的特性は、350℃以上で熱処理を行った被覆ワイヤに対して本質的に一定であり、図4の結果（上記対応する個所を参照）と矛盾しない。

#### 【0075】

上記において、潜在的な種々の添加物、特にサッカリンを含む一定のNi及びNi/Co系について詳細に議論した。しかしながら一般的な原理は、所望の特性を備える製品を得るために、種々の添加物を備え、さらに穏やかな条件下での熱処理を行う、広範な種々の系をメッキすることに対して利用可能である。特定の付着条件下では、添加物は必要ない。

#### 【0076】

可能性のある金属の系は上記に詳細に列挙した。現在までのところ大部分の系に対して使用される添加物は硫黄を含むが、2-ブチン-1,4-ジオールが使用されて所望の変態が得られる。1つの好適な実施例では、約20mg/L以上の濃度のサッカリン浴が有効である。他の好適な実施例では、約5mg/L以上の濃度の2-ブチン-1,4-ジオール浴が有効である。

#### 【0077】

物理的な特性は十分には理解されていないが、一般的な理論は、材料が付着される際に、非平衡、ナノ結晶構造を備えることにある。存在したとしても、添加物は比較的低濃度であり、付着する際に被覆物を通過して追い出されてしまう。被覆材料がある時間加熱されると、結晶構造がより大きな結晶を与えるように再構成する。添加物は拡散し、おそらくは添加物を直接組み込む結晶として、おそらくは添加物分子を適用する結晶粒として、おそらくは未だ理解されていない何らかの構造で、添加物分子による影響を受けることによって、基本的な金属は構成される。さらなる熱処理は、異なる再構成を導き、そこではベースの金属が大きな構造に再構成され、添加物は排除され、及び／又は添加物は基本的な金属か

ら分離された沈殿物として収集される。これは、従来行われている（本発明の添加物を含まない一般的な）焼鈍後に得られる構造である。

#### 【0078】

有効な添加物量及び有効な熱処理条件を実施することが困難でないことが確かめられた。ベースの金属系内の選択された添加物の拡散速度を研究することによって予測することができるが、いくつかの経験から基本的な要素が非常に迅速に略述される。行われる可能性の最も大きい中間熱処理の温度範囲は、適当な基板上に所望の金属系を被覆し、上述のような示差走査熱量測定（DSC）を実行することによって選択可能である。変態温度は容易に同定することができ、変態温度のピークはその後の実験に対する良い開始点となる。添加物は変態温度に僅かな又は全く影響しか与えないため、この最初の実験に対して、添加物量はそれほど重要ではない。

#### 【0079】

添加物の有効量は、例えば質量基準で2.5%、1%、0.1%、0.01%と添加物量を変化させて試験製品を用意し、その後上記で同定された温度でもしくはそれに近い温度で例えば5、10、20分の短い時間の熱処理を実行することによって同定することができる。その結果得られた熱処理後の製品の引張り強度は、所望の機械的特性を与える条件を示す。特に実用的な試験片構造は、従来のドッグボーンであり、従来行われている引張り強度試験器で試験するのに適する。代替的には被覆されたワイヤが有効な引張り強度の情報を与える。添加物の有効量に関する最初の情報によって、異なる時間及び温度条件が評価され、有効な条件の組に迅速に決定される。

#### 【0080】

所定の添加物量に対して、熱処理量の変化にともなって、一般に降伏強度は最大まで増大するが、その後減少する。一般に最大の降伏強度は、熱処理条件（時間と温度の兼ね合い）の比較的狭い範囲で見出される。この点は所望の延性特性を与えない。一般に最大降伏強度条件を与える点を超える熱処理は、延性を増大させ、熱処理における適度な増大が所望の延性特性とともに最大降伏強度近い降伏強度を備える部分を与える。延長された熱処理は最終的に降伏強度を減少させ、

一般に処理された被覆物の弾性を減少させる。一般にこの延長された熱処理は延性を増大させる。当業者にとって、この被覆系の限定を仮定して、所定の被覆物系において所望の程度の降伏強度及び所望の程度の延性を与えるように熱処理条件を同定することが適当である。

#### 【0081】

当業者は、実験計画法の原則を利用して、比較的容易に重要な混合物及び値を同定することができる。この領域は相当な学術的興味の対象である。例えばカリフォルニア大学バークレイ校図書館は、1997年9月の電子カードカタログにおいて実験計画法に関して287件の引例を挙げている。「[www.lib.berkeley.edu](http://www.lib.berkeley.edu)」又は特に「[www.lib.berkeley.edu/ENG/about.html](http://www.lib.berkeley.edu/ENG/about.html)」を参照のこと。特に要因実験計画法又は分取要因法の研究は有益である。バークレイ校のコレクションは関連した40の引例を挙げている。特に興味を持たれるのは基本的な引例である、「Statistics For Experimenters, An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building,」George E. P. Box, Wiley, New York (1978) 及び「Empirical Model-Building and Response Surfaces,」George E. P. Box and Norman R. Draper, Wiley, New York (1978) である。

#### 【0082】

##### 弾力のある接触構造の実施例

熱処理に対して好ましいベース構造の具象化された実施態様が、図2A～2C及び図3A～3Cに関連して先に記述された。熱処理の本方法は、弾力のある接触形状以外にも有効であり、特に2つの他の米国出願（及び対応PCTと他国への出願）の主題とする形状に有効である。詳細な説明の例示を詳しく検討することが有益である。

#### 【0083】

本発明を実施する目的に対して、図2A～2C及び図3A～3Cに関連して上に挙げられた材料が、これらの例示的な実施態様に記載された弾力のある接触構造を作る際に、特に好ましい。

#### 【0084】

1997年5月6日に出願された「Microelectronic Spring Contact Elements」

と題される、特許権者が共通である、同時係属中の米国特許出願第08/852,152号は、上記のエレメントと同様のエレメントを製造する方法とその有益な製品について開示している。対応するPCT出願は、をW097/43654として1997年11月20日に公開されている。先に議論された材料は、第08/852,152号出願の製品を製造するプロセスにおいて利用され、さらに本明細書に開示されるような熱処理を行うことにより優れた接触エレメントを製造することができる。

#### 【0085】

一般に形成された開口を備えるマスク層の数は、導電材料の層と整合されて、この層に「種づけ」される。さらに導電材料の塊は、電気メッキ（又はCVD、スパッタリング、無電界メッキ等）によって、種づけ開口内に形成（付着）される。マスク層が除去された後、この塊は弾力のある自立型接触構造として機能する。このような構造は、部品表面上を垂直に延伸するのみならず、取り付け位置から横方向にも延伸する。このようにして接触構造は、 $x-y$ 平面（部品表面に平行な面）とともに $z$ 軸にも撓むように容易に工作される。さらにこれは、図9A～9C（W097/43654に開示される図1A～1C）に対してより詳細に記述される。

#### 【0086】

接触構造は弾力があり、「コンプライアンス」（変形に適応）は安定位置からの変位量及び接触エレメントのばね定数（復元力）によって変化する。小さな変位は比較的小さな復元力に対抗するが、より大きな変位はより大きな復元力に対抗する。

#### 【0087】

図9Aは、基板902上の複数の弾力のある（ばね）自立型接触エレメントの1つを製造するための例示的な技術を図解する。基板902は、半導体デバイス、特に半導体ウエハ（図示せず）上に設けられた半導体デバイスを含む能動電子部品である。

#### 【0088】

基板902は、複数（そのうちの1つを図示）の領域912をその表面上に備え、この領域にばね接触エレメントが製造される。基板902が半導体デバイスのような



電子部品である好適な実施例では、領域912は電子部品の（ボンディングパッドのような）端子である。他の好適な実施例では、再経路指定することにより、基本的な端子が、金属トレースのような電氣的導電材料に接続され、また電子部品上の異なる場所で遠隔端子に接続される。当業界では再経路指定する種々のタイプが理解されている。本発明の一般的な技術に関しては、再経路指定の基本的な議論が、1996年5月23日にW096/15459として開示されたPCT出願PCT/US95/14885に見られる。

#### 【0089】

このような再経路指定は第1のアレイから第2のアレイへの端子の組を再マッピングするのに有効である。有効な再マッピングは、周囲のボンディングパッドアレイを領域アレイに再経路指定することである。他の有効な再マッピングは、中央に引き込むボンディングパッドアレイを領域アレイに再経路指定することである。一般に再経路指定することは、位置決めされた電氣的接点における大きな順応性を与える。以下に記述されるプロセスは、基本的な端子上に接触エレメント形成するのに有効であるが、遠隔端子上に接触エレメントを形成するにも等しく有効である。

#### 【0090】

一般に製品900を形成する技術は、開口を備えるパターン化された幾枚か（3枚図示）のマスク層904、906、908を基板表面上に適用することを必要とする。これらのマスク層はパターン化され、領域912と整列する開口を（図示されるように）備え、これらの開口の寸法及び形状は、ある1つの層の開口（例えば908、906）がその層よりも下にある層の開口（例えば906、904）よりも領域912からより離れて所まで延伸するように決められる。換言すれば、第1の層904は領域912のすぐ上に開口を備える。第2の層906の開口部は、少なくとも第1の層904の開口部分の上に整列し、逆に第1の層904の開口部分は第2の層906の開口部分の下に延伸する。同様に第3の層908の開口部は、少なくとも第2の層906の開口部分の上に整列し、逆に第2の層906の開口部分は第3の層908の開口部分の下に延伸する。所望の全開口の底部は、選択された領域912のすぐ上にあり、全開口の一番上の部分はその底部から上昇し、かつ横方向にずれている。より詳細に以下

で議論するように、導電性の金属材料が開口内に付着され、マスク層が除去され、その結果自立型接触構造が得られる。この自立型接触構造は、基板上に直接製造されて、領域912において基板902と固定されるベース部を備え、基板表面から上方に延伸し、かつ領域912から横方向に隔置された自由端を備える。

#### 【0091】

必要であれば、電気メッキのような方法により、チタン／タングステン (TiW) のような導電材料914の非常に薄い（例えば450nm (4500オングストローム)）「種づけ」層が開口内に付着される。さらに導電性金属材料（例えばニッケル）の塊920が、電気メッキにより、開口内に付着される。2.5~250 $\mu$ m (約0.1~10ミル) の厚みの付着が好ましく、より好適には約25~250 $\mu$ m (約1~10ミル)、さらに約25~75 $\mu$ m (約1~3ミル) であることが特に好ましい。特に好適な金属はニッケルである。

#### 【0092】

図9B及び9Cは、結果として得られたばね接触エレメント920を図解し、このばね接触エレメントは、領域912に隣接するベース部922及び、ベース部922からx軸とy軸方向の横方向にずれるとともに基板902の表面上z軸方向に持ち上がった自由端（先端）924を備える。

#### 【0093】

図9Cに最もよく示されるように、接触エレメント920は、矢印924によって示される通り、先端924においてz軸方向に作用する圧力に対して反応し、この圧力は、他の電子部品（図示せず）の端子（図示せず）と一時的に電氣的に圧力接触することによって生じる。z軸方向のコンプライアンスは、接触力（圧力）を維持し、また第2のかみ合う電子部品（図示せず）上の端子（図示せず）間の（そうである場合には）非平面にも適応する。このような一時的な電氣的接続は、電子部品902に一時的に又は長い期間接続させるのに有効である。

#### 【0094】

また先端924は、それぞれ矢印936及び934によって示されるようにx方向及びy方向に可撓的に自由に動く。これは、基板（部品）902とは異なる熱膨張係数を備える他の電子部品（図示せず）の端子（図示せず）に先端924を（半田づけ

により、ロウづけにより、導電性の接着剤により）結合する状況では重要である。このような恒久的な電氣的接続は、プリント回路基板（「PCB」、図示せず）のような相互接続基板などの他の電子部品に、複数のメモリチップ（それぞれは基板902によって表される）のような電子部品アセンブリを組み込む際に有効である。

#### 【0095】

材料及び外形の適当な選択によって、これらの製造された塊920は、当に適当な寸法と相互に対する当に適当な間隔をもって製造されている、弾力のある自立型接触構造として機能可能である。例えば数万のこのようなばね接触構造920が、半導体ウェハ（図示せず）上に存在する半導体デバイス上に容易に正確に製造される。

#### 【0096】

まさに一般的な観点からは、マスク層のパターン化された開口は、材料を付着することができ、かつその後熱処理することができる形状に構成される。電気メッキを行うためには、上述のような種づけ層を付着することが好ましい。また種づけ層は、材料を付着することができ、かつその後熱処理することができる形状が考慮される。材料は、マスクを介するスパッタリング又は他の付着方法のような、何らかの方法により開口内に直接付着される。しかし材料は、種づけ層に対しては記述されたが、熱処理に対して適当な材料が使用され、有効な構造を形成するのに有効な厚みの材料を付着される。

#### 【0097】

ここで再び、マスク材料内の開口は、結果として生じる最終の構造の形状が十分に大きくなるように画定される形状を形成する。

#### 【0098】

##### 弾力のある接触構造の第2の実施例

図9A～9Cに関して本明細書の上記で記載されたプロセスは、3層（904、906、908）のマスク材料を利用し、このマスク材料は、他の1つの材料の上にパターン化されて適用されることが必要であり、結果として材料920が付着される複数レベルの溝を形成する。

## 【0099】

匹敵する接触構造は数層のマスク材料（例えばフォトレジスト）と作り上げられる。前記の通り、これは特にマイクロエレクトロニクス用途に対して有効である。図10A～10Lは本発明の技術の実施態様を図示する。これらの図及び関連する記載は、1998年2月26日に出願された「Lithographically Defined Microelectronic Contact Structures」と題された、特許権者が共通であり、同時係属中である米国特許出願第09/032,473号から転載したものであり、またこれらの図及び記載は、1998年5月14日に出願された対応PCT出願PCT/US98/09999にも見られる。

## 【0100】

図10Aは、例示的な電子部品を示しており、その上に複数の接触構造が製造される。以下の大部分では、単一の接触構造1060の製造が、複数のこのような接触構造を、好ましくは同じ電子部品又はベース上に全部を同時に製造することを例示するものとして説明される。典型的には、単一の電子部品上に製造される接触構造の各々が相互に実質的に同一（即ち寸法、形状、その他が）であるが、当業界で公知の技術を利用して、所定の用途の条件に応じて、設計者によって各接触構造の寸法及び形状が個別に制御され決定され得る。

## 【0101】

この好適な実施例では、電子部品は半導体デバイスであって、これは、シリコン基板1002、シリコン基板1002の表面に配置されたパッシベーション層（例えば約4  $\mu$ mの厚みのポリイミド）1004、パッシベーション層1004を介して金属の接触パッド1008まで延伸する複数（その内の1つが図示される）の開口1006からなる。典型的には、電子部品上に複数のこのような接触パッドが存在する。従来技術では典型的に、完全なアセンブリにおいて、各接触パッドは、リードフレーム及び最終的には薄型小輪郭パッケージ（TSOP）のような別の電子部品（図示せず）上の対応する接触パッドに（例えばボンディングワイヤで）接続される。

## 【0102】

ここで図10Aに示されているように、本プロセスの第1のステップにおいて、導電層1010が付着される。この導電層1010は、例えばチタン-タングステン（Ti

-W) であり、約300~600nm (約3000~6000オングストローム)、例えば約450nm (約4500オングストローム) の厚みにスパッタリングにより付着される。実質的にこの導電層1010は、パッシベーション層1004の表面、開口1006の側壁、金属の接触パッド1008の (開口1006内での) 露出表面を同様に連続して覆う。導電層1010は、好ましくは電氣的に伝導性であり、また連続する「ブランケット」層として付着された場合には、電子部品の接触パッド1008の全てをまとめて電氣的に短絡する。以下の説明から明らかになるように、導電層1010のこの短絡特性は、電子部品上に接触構造を製造するための電解プロセス (例えば電気メッキ) に対して、適切な電位を確立するために有利に使用することができる。

#### 【0103】

1つの好適な実施例では、導電層1010は、連続ではなくパターン化され、多重の、非連続領域として付着することができる。他の好ましい実施例では、導電層1010は端子1008の露出された表面を覆う。代替的な実施例では、導電層1010は端子1008の一部のみを覆う。他の代替的な実施例では、導電層1010は端子208を全く覆わないが、端子1008に十分に接近しており、それによって種づけ層1050が適用された場合に、導電層1010と接触が行われる。

#### 【0104】

1つの好適な実施例では、別の材料 (例えば金) の第2の導電層が導電層1010の上に付着されてパターン化される。これは例えば、接触パッド1008から接触構造1060へと信号を効果的に局所的に相互接続し再経路指定するのに使用することができる。一般に、多くの用途に対して2層が好ましい。適切な材料を選択することは、当業者の知るところである。

#### 【0105】

好適な実施例では、通常はパッシベーション層が半導体デバイス上にあるが、パッシベーション層1004なしで、接触パッド1008が基板1002の表面上又はそれ自体の表面内 (まだ露出されていない) にある。導電層1010の付着に先立って、パッシベーション層1004 (もしそれが存在するなら) を任意選択的にまず「粗面化」して、パッシベーション層1004に対する導電層1010の付着性を向上させることができる。これは、パッシベーション層上に所望の表面テクスチャを得るために

、適切な要素（これは当業者により容易に決定されうる）でもって、電子部品を酸素（ $O_2$ ）プラズマに曝すことによって容易に達成可能である。また材料の選択は、パッシベーション層に対する種づけ層の付着性にも影響する。例えばチタニウムタングステン（Ti-W）又は銅は、ポリイミドに対して良好に付着することが知られている。

#### 【0106】

図10Bに示されるように、このプロセスの次のステップにおいて、マスク材料（例えばフォトレジスト）の層1020が、部品1002の表面上（すなわち導電層1010上）に付着され、マスク層1020を完全に貫通して延伸する開口1022を含むように（例えば在来のもトリソングラフィ技術を利用して）パターン化される。開口1022は、パッシベーション層1004の開口1006の上に配置され（図示のように）、又は開口1006から離れた、したがって接触パッド1008から離れた位置に配置される。

#### 【0107】

上述のように、また09/032,473に開示される参照文により詳細に記載されるように、開口1022を接触パッド1008から離れた位置に配置することにより、複数の接触構造が、電子部品上に電子部品の接触パッドの配置とは異なる配置で製造することができる。特に好ましい1つの構成は、その上に形成される接触構造が、典型的なボールグリッドアレイに匹敵する領域アレイの先端を有するように、開口1022を配置することである。これらの開口は、例えば周辺パッドとして配列される電子部品上の接触パッドに接続することができる。接触パッドから変位させることなく、接触構造を実質的に同一とすることが有利である。この場合、開口1022を、最終的な接触構造の先端のアレイに対応する領域アレイに配置することが有益である。

#### 【0108】

好ましくは各開口1022は、接触パッド1008上の開口1006の面積よりも大きな面積を有する。例えば、4ミル×4ミル（即ち $100\mu m \times 100\mu m$ ）と測定される方形の接触パッド1008は、露出面積が $10,000\mu m^2$ であり、 $200\mu m \times 200\mu m$ と測定される方形の開口1022は、 $40,000\mu m^2$ （接触パッド1008の露出面積の4倍）の面積を

有する。直径 $200\mu\text{m}$ の円形開口1022は、 $31,400\mu\text{m}^2$ （接触パッド1008の露出面積の約3倍）の面積を有する。一般に、開口が露出する端子及び／又は基板の面積は、約 $10,000\sim 40,000\mu\text{m}^2$ の間であることが好ましく、最も好ましくは約 $30,000\mu\text{m}^2$ 以上である。本発明の重要点となる特徴ではないが、一般的な事項として、接触構造の足跡（ベース部面積）は、電子部品に対する接触構造の機械的な固定（付着）に対して十分な面積を与えなければならない。

#### 【0109】

開口1022に関しては、それらがテーパしていることが好ましく、またテーパした開口の底部における寸法が、方形の開口については $200\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$ 程度、また円形の開口については直径 $200\mu\text{m}$ 程度であることが好ましい。空間的に制約があり、これらの寸法が不可能な用途では、利用できる空間を使用することができる。例えば中心間距離 $125\mu\text{m}$ で $100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ のパッドを有する電子部品を扱う場合、開口1022は $105\mu\text{m}\times 105\mu\text{m}$ 、 $110\mu\text{m}\times 110\mu\text{m}$ 等といった程度の寸法を有することができ、方形でない寸法も含む。代替的には、空間的に制約のある用途において、接触構造のベースを、それらが電氣的に接続されるパッドから離して配置することができ、そして好ましいより大きな（例えば $200\mu\text{m}$ ）寸法とすることができる。開口1022のテーパ（傾斜）領域は、図10Bの参照番号1023により示される。

#### 【0110】

好ましくはマスク層1020は、少なくとも約 $50\mu\text{m}$ の厚みで配置されるが、又は代替的に少なくとも約 $100\mu\text{m}$ 、少なくとも約 $150\mu\text{m}$ 、少なくとも約 $200\mu\text{m}$ の厚みで配置される。マスク層1020は多重層として配置可能である。基本的にマスク層1020の全体の厚みによって、接触構造の本体部分が電子部品の表面から隔置される距離が決まる。図10Lに示す、バネ接触エレメント1060のベース部1062から本体部分1066のオフセット距離「d2」に注意のこと。

#### 【0111】

開口1022の側壁（端壁）は、この開口が導電層1010の部分よりもマスク層1020の表面でより大きくなるように、テーパをつけられることが好ましい。これは「正の」テーパと称される。角度が $90^\circ$ であるような急勾配の側壁には、結果とし

てテーパは付かない。好ましくは、開口の側壁が約60～75°の平均テーパ角を備える。これは、マスク層1020に対する材料としてフォトレジストを使用し、このフォトレジストを焼いてリフローさせることによって容易に達成される。本発明が最も適合する技術の通常の知識を有する者は、09/032,473に開示される参照文に示された記述に基づいて、側壁のテーパがどのように制御されるのかを容易に理解するであろう。テーパの付いた開口は、何らかの適切な方法で形成され、また事実上階段状に、逆さの段付きの角錐台のように形成し得る。マスク層1020の開口1022の形状を制御することは、09/032,473に開示される参照文により詳細に議論されている。

#### 【0112】

図10Cは、図10Bの電子部品の上部平面図であり、マスク層1020にある2つの開口1022a及び開口1022bを示している。これらの各開口は、2つの接触パッド1008a及び1008b（点線で示す）の一方にそれぞれ関連している。開口1022a及び1022bのテーパ領域は、この図においてそれぞれ参照番号1023a及び1023bにより表されている。

#### 【0113】

図10Dに示すように、このプロセスの次のステップにおいて、複数の開口1022の選択された各々について、突出造作1030が、マスク層1020の表面上に、その中心が開口1022の中心から距離「L」となるように配置し得る。明らかとなるように、この造作1030は電子部品上に製造され、結果として得られる接触構造1060の接触（先端）端部1064を画定し、また距離「L」は、電子部品上に製造されている接触構造1060のベース部1062及び先端1064の間の直線距離を表す。この突出造作1030は、材料の「ドット」又は「小塊」であることができ、例えば押しつぶされた半球形状を示す。突出造作は、少量のエポキシ樹脂やフォトレジストその他を含むことが有益であり好ましく、これらはステンシルを介して、又は従来のスクリーン印刷技術を利用して適当に適用可能である。また突出造作1030は、導電性材料から構成されることもある。押しつぶされた半球形状のドットの形状である突出造作1030に対する適切な寸法は、直径が約5～15ミル（約125～375 $\mu$ m）、高さが約2ミル（約50 $\mu$ m）である。1つの好適な実施例では、突出造作は、



より細く（例えば約 $125\mu\text{m}$ （約5ミル）幅未満）し、又はこれをより幅広く（例えば約 $375\mu\text{m}$ （約15ミル）幅超）することができる。典型的な用途に対しては、その高さを約 $50\sim 187.5\mu\text{m}$ （約2～7.5ミル）の範囲内とするのが望ましい。

【0114】

09/032,473に開示される参照文により詳細に記述されるように、突出造作に対して利用される他の形状、より広くは結果として製造される接触構造1060の先端についての種々の形状は、角錐形、円錐形又は半球形、角錐台形状、円錐形又は半球形、十字形、環状、その他が含まれる。

【0115】

当業界の通常の知識を有する者は、本明細書に記載された記述に基づいて、突出造作1030の適用及び制御をどのように行うかを容易に理解するであろう。例えばフォトレジストとステンシル（図示せず）を利用して突出造作1030を創出するには、ステンシルを位置決めして、フォトレジストを穏やかに焼いて突出造作をステンシルから離し、ステンシルを除去した後に硬く焼き固めることができる。

【0116】

結果として得られるマイクロエレクトロニクス電子ばね接触構造のベース部1062と先端1064の間の距離「L」は、例えば約 $250\sim 2500\mu\text{m}$ （約10～1000ミル）の範囲内にあり、好ましくは $250\sim 1250\mu\text{m}$ （約10～50ミル）の範囲内にある。

【0117】

図10Eに示されているように、このプロセスの次のステップでは、ステンシル（シャドウマスク）1040がマスク層1020の表面上に配置される。ステンシル1040は複数（それらのうちの1つを図示する）の開口1042を有する。図示するように、開口1042は、開口1022から、対応する突出造作1030へと延伸する。好ましくはステンシル1040は、薄い（例えば約 $50\mu\text{m}$ （約2ミル）の厚み）のステンレススチールの箔であり、これは開口1042を備えるようにパンチング又はエッチングされる。ステンシル1040は、いかなる適当な厚みを備えるいかなる材料とすることが可能であり、これは、開口1042の形状に対応する導電性トレースのパターンで、マスク材料1020上に種づけ層1050を付着させることができる。

【0118】

ステンシル1040がマスク層1020の表面上に位置決めされた状態で、「種づけ」層1050がマスク層1020の露出表面と突出造作1030の上に、スパッタリングのような手段により付着される。種づけ層1050は、開口1022の露出部分の範囲内で、この開口1022内の導電層1010の表面上に付着される。種づけ層1050は、傾斜領域1053を有し、そこではマスク層1020にある開口1022の傾斜領域1023上に付着されている。

#### 【0119】

種づけ層1050の代替的な態様は、導電性インクをスクリーン印刷により付着させる。適当な導電性インクは、パラジウムインク又はグラファイトインクを含む。このような材料及びプロセスは、プリント回路基板の製造で利用され、当業者には公知である。

#### 【0120】

種づけ層は、その上に材料が後に付着されて本発明の構造を形成するような形状と考えることができる。他の観点からは、パターン化された種づけ層は、本発明の構造を形成するように被覆され得る、細長い部品である。さらに他の観点からは、マスク材料1020の表面及び開口1022は、本発明の熱処理に対して適当な、塊の材料をスパッタリングするようなプロセスによって直接付着するのに適する形状である。このような付着は適当なマスクを介して付着することによってパターン化することができる。

#### 【0121】

種づけ層1050は、複数の「トレース」のパターンとして付着され、これらのトレースの各々は、上側にあるステンシル1040の開口1042のパターンを物理的に具体化したものである。パターン化されたままの種づけ層1050は、電子部品上に製造される接触構造の前駆体として作用する。例えば電気メッキプロセスにおいて、種づけ層1050の導電性トレースの各々は、電鍍型として作用し、その上に接触構造1060の物質（塊）を製造することができる。

#### 【0122】

マスク材料1020と、種づけ層1050の付着のためのプロセスの選択は、一緒に考える必要がある。マスク材料は、付着プロセスの環境において安定である必要が

ある。例えば典型的なポジティブフォトレジスト材料には幾らかの溶媒が含まれており、高真空条件下ではガスを発生することがある。この場合には、例えば焼成や露光によってマスク材料を架橋その他により硬化させて、材料を変性させることが好ましい。ポリイミドは有効なマスク材料であり、実質的な劣化を伴うことなく、スパッタリング環境に耐えることができる。また付着は、化学蒸着（CVD）又は電子ビームプロセスの手段によって行うことができる。これらはスパッタリングの場合よりも、要求される真空度が低い。これらに対しては、おそらくは幾らかの適度な架橋によって、従来のノボラックフォトレジスト樹脂を使用することが可能である。別の考慮事項は、マスク材料を真空下で安定させるための、マスク材料に対するいかなる変性も、プロセスの後の方でそれを除去することを困難にすることがあるということである。適切な材料とプロセスは、当業者により選択可能である。

#### 【0123】

特に好ましい1つのプロセスは、ノボラックフォトレジスト樹脂を使用して、上述のようなパターン化を行い、さらに加熱により部分的に架橋することである。シード層1050の付着はCVDを利用して行われる。

#### 【0124】

図10Fは、図10Eで記述したステップの結果を上面図で示し、ステンシル1040の2つの開口1042a及び1042bを示す。これらの開口1042a及び1042bの各々は、関連する2つの接触パッド1008a及び1008b（点線で示す）のそれぞれ1つの上から、2つの突出造作1030a及び1030b（点線で示す）の選択されたそれぞれ1つへと延伸する。

#### 【0125】

また図10Fは、ステンシル1040にある開口1042a及び1042bを介して付着された、種づけ層の2つのパターン化されたトレース1050a及び1050bを示す。これらのトレース1050a及び1050bは、図示を明確化するために斜線のハッチングで示されているが、この斜線のハッチングは、この図において断面を示すものではないことが明らかに理解されるべきである。

#### 【0126】

図10Fに示されたトレース1050 a 及び1050 b の各々は、導電性トレース1050 a 及び1050 b 上に形成される接触構造1060のベース部1062、先端1064、中央本体部分1066のそれぞれに対応して、ベース部1052 a 及び1052 b と、先端1054 a 及び1054 b と、中央本体部分1056 a 及び1056 b をそれぞれに有する。この図には、トレース1050 a 及び1050 b のそれぞれの傾斜領域1053 a 及び1053 b が示されている。

【0127】

図10Gは、このプロセスの次のステップを示しており、そこではシャドウマスク1040が除去され、メッキ（例えば電気メッキ）のような手段により複数（そのうちの1つを示す）の接触構造1060が、複数（そのうちの1つを示す）のトレース1030上に導電性材料の塊として形成されている。接触構造1060の各々は、ベース部1062（図3Bの302と比較）と、先端1064（図3Bの304と比較）と、ベース部1062と先端1064の間に延びる本体部分1066（図3Bの306と比較）とを有する。図示のように、接触構造1060は、そのベース部1062と本体部分1066の間に傾斜領域1063を有し、この傾斜領域1063は種づけ層1050の傾斜領域1053上に形成されているが、種づけ層1050はまた、マスク材料1020の開口1022の傾斜領域1023上にも形成されている。

【0128】

図10Hは、10H-10H線で切り取った図10Gの電子部品の断面図であり、本発明の1つの好ましい実施形態により作成した接触構造1060の輪郭（横方向断面）を示す。この輪郭はおおよそ半円形又はマッシュルーム形状である。本体部分1066を介して切り取ったこの断面は、接触構造の全体の長さについての代表的な輪郭である。この構造は、ほぼ平坦な広い部分で露出された種づけ層上に電気メッキを行った結果である。

【0129】

図10Gを参照すると（図10Mも参照）、結果として得られる接触構造1060の全高「H」、換言すれば基板1002の表面から離れた先端1064の高さは、好ましくは少なくとも約100  $\mu\text{m}$ （約4.0ミル）であり、おそらくは約200  $\mu\text{m}$ （約8.0ミル）以上である

図10Hを参照すると、本体部分1066の厚み「t」、換言すればトレース1050上

の導電性材料の塊の厚み「 $t$ 」は、好ましくは少なくとも約 $12.5\mu\text{m}$ （約0.5ミル）であり、おそらくは約 $37.5\mu\text{m}$ （約1.5ミル）以上である。

#### 【0130】

図10Hを参照すると、本体部分1066の幅「 $w$ 」、換言すればトレース1050上の導電性材料の塊の幅「 $w$ 」は、好ましくは少なくとも約 $12.5\mu\text{m}$ （約0.5ミル）であり、おそらくは約 $100\mu\text{m}$ （約4.0ミル）以上である。1つの好適な実施例では、この幅は本体部分1066に沿ってほぼ一定である。1つの好適な実施例では、本体部分は、例えばベース部1062付近では幅広く、本体部分1066の先端1064付近では狭くというように、幅にテーパが付けられている。

#### 【0131】

以上に述べたように、結果として得られるマイクロエレクトロニクス接触構造1060のベース部1062と先端1064の間の長さ「 $L$ 」は、好適には少なくとも約 $250\mu\text{m}$ （約10ミル）であり、おそらくは最長約 $1250\mu\text{m}$ （約50ミル）以上である。

#### 【0132】

まさに一般的な観点からすれば、マスク材料のパターン化された開口は、その中で材料が付着されて後に熱処理され得る形状を構成する。電気メッキ用途に対しては、上記のような種づけ層を付着することが好ましい。またこの種づけ層は、その上に材料が付着されその後熱処理され得る形状であると考えられる。材料は、マスクを介するスパッタリング又は他の付着方法のような、何らかの方法により開口内に直接付着される。しかし材料は、種づけ層に対しては記述されたが、熱処理に対して適当な材料が使用され、有効な構造を形成するのに有効な厚みの材料を付着される。ここで再び、マスク材料内の開口は、結果として生じる最終の構造の形状が十分に大きくなるように画定される形状を形成する。

#### 【0133】

ばね形状の設計に対する通常の実施事項は技術的に一般に知られている。寸法、曲げモーメント、種々の寸法において撓みを可能にする形状、その他といった詳細は、設計者によって選択され、また本発明の教示によって具現化可能である。1つの特に好ましい形状は、環状の切片を近似し、内側及び外側の曲率が先細りとなるものである。このような形状を図11（参照文09/032, 473に開示される図

7) に示す。

#### 【0134】

図10 I 及び図10 J は、図10 G の接触構造1060に対する可能な多くの構成のうちの2つを示す斜視図である。図示の明確化するために部材1000からは切り離してある。これらの図面は、本発明を利用して選択することのできる、2つの重要な変更例を示している。図10 I においては、接触構造は方形のベース部1062を有する。図10 J では、接触構造は円形（環形）のベース部1062を有する。これらの図面の何れにおいても、傾斜領域1063におけるベース部の漏斗形状を容易に認識することができるが、この形状はマスク層1020にある開口1022の傾斜側壁1023によって、ベース部に与えられたものである。図10 J では、ベース部1062の傾斜領域1063は完全に（360°）覆われており、小さな「リップ」がベース部全周に沿って延伸している。この完全な漏斗形状は、マスク層1020の全ての側壁と表面の一部に沿って種づけ層を付着することを可能にするステンシル1040を使用することによって、容易に獲得される。図10 J は、開口1022の側壁の僅か一部分に種づけ層が付着された結果を示す。これは、図10 E に図示されるように、開口1022の一部分を覆うステンシルを使用することによって容易に獲得される。選択されるマスク及び付着条件に応じて、側壁をより多く又はより少なく覆うことが可能である。これに含まれるものとしては、1つの側壁の一部のみ、図10 I に図示されているように1つの側面全部、1つの側面よりも多い部分（好ましい実施例）、又は図10 J に図示されているように側面領域の全てにより完全な漏斗を形成すること（特に好ましい実施例）などがある。メッキの後の結果として得られる構造は、図10 G に断面で示してある。ベース部が方形であれば、図10 G の斜視図は図10 I に類似のものとなるであろう。

#### 【0135】

図示の便宜上、上部平面図10 F 及び図10 K は、図10 E、図10 G、図10 L の詳細な断面図の部分的な漏斗形状の実施例を代替する、完全な漏斗形状の実施例を示している。当業者であれば、図10 F 及び図10 K を僅かに変形して、図10 E、図10 G、図10 L の特定の実施例に対応させ得ることを認識するであろう。結果として得られる構造は、図10 J に示すような円形のベースを備えた、図10 I に示すよう

な部分的な漏斗形状に類似するであろう。

#### 【0136】

図10Kは、図10Gの電子部品の上部平面図であり、複数の接触構造の2つである1060a及び1060bを示している。各々の接触構造1060a及び1060bは、2つの接触パッド1008a及び1008b（点線で示す）の1つと組み合わせられている。各接触構造1060a及び1060bはそれぞれ、ベース部1062a及び1062bと、先端1064a及び1064bと、中央本体部分1066a及び1066bを備える。接触構造1060a及び1060bの傾斜領域1063a及び1063bは、それぞれこの図に示されている。

#### 【0137】

図10Kで明らかなように、結果得られる接触構造は前述の08/852, 152出願において図示して記述したテーパ状の接触構造と同様の仕方で、それぞれベース部1062a及び1062bにおける幅の広い部分から、先端1064a及び1064bにおける幅の狭い部分へと、適切にテーパ（幅に関して）が付けられている。接触構造1060a及び1060bは、図示の明確化のために、交叉したハッチングで示されているが、この交叉したハッチングはこの図において断面を示すものではないことが明らかに理解されなければならない。

#### 【0138】

図10Gの例示から明らかなように、ベース部1062、したがって接触構造1060の全体は、種づけ層1050及び導電層1010を介して、電子部品の接触パッド1008の関連する1つへと電氣的に接続されている。またこれまでの記述からやはり明らかなように、電子部品の一群の接触パッド1008を導電層1010によって相互に短絡することができ、それによって電気メッキプロセスによる接触構造1060の形成が容易になる。

#### 【0139】

本プロセスの最終的な処理ステップにおいては、マスク層1020が、適当な溶剤で洗い去るようなことによって除去され得る。例えばフォトレジストのマスク層1020は、上述した他の要素の何れに対しても悪影響を与えることなく、アセトンで選択的に洗い去ることができる。そして最後に、他の材料により（即ち種づけ層1050により）覆われていない導電層1010の全ての部分を、適当な化学的手段を

利用して選択的にエッチング除去することができる。

#### 【0140】

図10L及び図10Mは、それぞれ断面図及び斜視図であって、自立型の接触構造1060の最終製品を示している。これはそのベース部1062において電子部品に取り付けられており、本体部分1066は電子部品1002の表面から離れて配置され、またその先端1064は本体部分1066のレベルからさらに延伸する形状を備える。結果として得られる接触構造1060のベース部1062の傾斜領域1063は、これらの図面から明らかに視覚化され、また後述する図10N及び図10Oにおいても明らかに視認することができる。

#### 【0141】

基本的には、各接触構造1060について、導電性材料の細長い塊がマスク材料上に、ベース部1062と、ベース部1062と反対側の先端1064と、これらのベース部1062及び先端1064の間の本体部分1066を備えるように付着される。好適な実施例では、ここにおいて本体部分1066は、基板1002の表面と好ましくはほぼ平行でかつベース部1062から（z軸方向に）ずれた平面にある。突出造作1030を有する結果、先端1064は、本体部分1066からさらにずれている。マスク材料1020が除去されると結果として、得られる接触構造1060は、自立型であり、そのベース部1062により基板1002に固定されており、またその先端1064は別の電子部品（後述するように、例えば1072又は1082のそれぞれ）の端子（例えば1070又は1080）と自由に接触を行う。

#### 【0142】

##### 弾力のある接点構造の第3の実施例

有効な弾力のある接触構造は、特にスパッタリング、CVD、PVDのような直接付着プロセス、他の材料付着方法によって形成することが可能である。

#### 【0143】

1つの好適な実施例では、所望の型はエレメントの多様性によって画定される。図10A～図10Dを参照すると、開口がマスク材料の中に画定され、詳細が先に記述されたように、突出エレメントがさらに付加される。これは、直接付着プロセスによって適当な付着物をその上に作成することができる、型を形成する。材



料の適用は、従来公知の多くの方法により制御される。おそらく最も簡単な実施態様は、一般に種づけ層1050を準備するのに上述したように、開口1042にステンシル1040のようなマスクを使用して材料の付着される領域を制限することである。しかしながら適当な付着材料は、詳細が上述されたように、適当な厚みの最初に形作られた付着物を付着して、連続して熱処理プロセスを施すことができるように選択される。

#### 【0144】

厚膜のスパッタリングにおいては、仕上げられた部分の輪郭が従来技術で理解されている多くの変数によって影響を受けることに注意される。一般に完全にスパッタリングされた部分の輪郭は、図10Hに図示されたようなメッキ部分の輪郭とは異なる。厳密な輪郭は、付着プロセスの指向性を含む付着条件に反映する。高配向付着プロセスでは、一般に輪郭は矩形となる。材料が一般に同様な速度でステンシル1040の開口1042全域で積み重ねられ、一般に一定の幅及び厚みをもって積層される場合には、スパッタされた部分はより矩形の断面を備える傾向にある。視準は高配向付着プロセスを与えるのに使用される1つの技術である。付着プロセスが全くの無配向であれば、付着プロセスはより丸い付着物を与える傾向がある。これらの要素は当業界では了解されている。断面幾何学的形状は十分合理的に予測可能であり、マスク及びプロセスは適する断面を与えるように選択され、変更され得る。弾力のある接触器を形成する目的で、輪郭が所望のばね形状に設計されるように十分に考慮され、輪郭の部分がばねの振る舞いを与える。ばねのこのような設計は、機械工学の分野の熟練した技術者には良く知られている。

#### 【0145】

##### 材料及びプロセス

08/852, 152出願の手法と同様に、本発明の接触構造は主として、好ましくは全体的に金属製であり、多層構造として形成（製造）されてよい。本発明の熱処理を施す目的に対して、上記に詳述された添加物及び合金が好ましい。接触構造の種々の他の成分に対する適当な材料には、次のものが含まれるが、これらに限定される訳ではない。ニッケル、及びその合金；銅、コバルト、鉄、及びこれらの

合金；金（特に硬金）及び銀、これらは何れも優れた電流搬送能力と、良好な接触抵抗特性を示す；プラチナ族の元素；貴金属；半貴金属及びそれらの合金、特にパラジウム族の元素及びそれらの合金；タングステン、モリブデン及び他の耐火金属及びそれらの合金。ニッケル及びニッケル合金の使用が特に好ましい。

#### 【0146】

導電層（例えば1010）、種づけ層（例えば1050）、接触構造（例えば1060）のための材料を付着するのに好ましいプロセスには、水溶液からの材料の付着を伴う種々のプロセス；電気メッキ；無電界メッキ；化学蒸着（CVD）；物理蒸着（PVD）；液体又は固体の前駆体の誘発性崩壊を介しての材料の付着を生じさせるプロセス；その他が含まれるが、これらに限定されるものではない。材料を付着させるためのこれらの技術は全て、一般に広く知られている。

#### 【0147】

導電層に適した材料にはチタン-タングステン（Ti-W）が含まれ、これはスパッタリングにより、300～600nm（3000～6000オングストローム）の厚み、例えば450nm（4500オングストローム）の厚みに付着される。任意選択ではあるが、導電層に対して金の層を付加するのが好ましく、これは250～450nm（2500～4500オングストローム）の厚み、例えば350nm（3500オングストローム）の厚みに付着される。導電層の重要な目的の1つは、最終的に種づけ層上で接触構造となる導電性材料の塊を付着するのに電気メッキプロセスを利用するために、導電性トレースに対して電氣的な接続をもたらすことにある。しかしながら1つの好適な実施例では、導電層は省略される。無電界メッキのような他のプロセスが、最終的に接触構造となる導電性材料の塊を付着するために使用される。スパッタリングのようなさらに他のプロセスが、導電性材料を付着するのに使用される。

#### 【0148】

種づけ層は例えば金（Au）からなり、これはスパッタリングによって約250～400nm（2500～4000オングストローム）の厚みに付着される。別の好ましい実施例では、種づけ層は銅（Cu）であり、これはスパッタリングによって約100～300nm（1000～3000オングストローム）の厚みに付着される。代替的には、種づけ層は、その上側に最終的に接触構造の塊を付着可能な、他の適当な材料からなる。こ

のような材料は、アルミニウム、導電層として記述されたようなチタン-タンゲステン、パラジウムインク、グラファイトインクを含む。

#### 【0149】

ある構成の種づけ層は、細長い部材であることに注目される。またシリコンのような他の細長い部材が有効であることに注目される。MEMS用途で使用されるような微細加工された梁の形状のシリコンは、1つの有効な例である。

#### 【0150】

マスク材料（例えば1020）として適当な材料は、各種のリソグラフィ用フォトリジスト、ノボラック樹脂、ポリイミドを含む。

#### 【0151】

##### コンプライアンス及び弾性

図10Nは、接触構造1060の先端1064と、プリント回路基板（PCB）のような別の電子部品1072の接触パッド1070との間で、圧力接触による接続を行うのが望ましい場合を示している。この場合、接触構造1060は、基板1002の表面に垂直な（90°の）「z軸」に沿って弾性的に（即ち可塑的にではなく弾力的に）反応しなければならない。これは例えば、基板1002と電子部品1072の間でソケット化可能な、容易に着脱可能な接続を行うのが望ましいような場合である。

#### 【0152】

図10Oは、接触構造1060の先端1064を、プリント回路基板（PCB）のような別の電子部品1082（1072と比較）の接触パッド1080（1070と比較）に対し、半田1084のような手段によって、より永続的に接合することが望ましい場合を例示している。この場合、接触構造1060は基板1002の表面に平行な「x軸」及び／又は「y軸」に沿って、コンプライアンスに反応しなければならない。これは例えば、2つの電子部品の間の熱膨張係数の差に適応することが望ましいような場合である。

#### 【0153】

接触構造1060は、x軸、y軸、z軸の何れか又は全てに沿って弾性的に及び／又は従順に撓むことによって、加えられた力に反応する。熱処理によって最終的にもたらされる改良された材料特性は、各軸方向で有効な弾性を与えるように役

立ち得る。

【0154】

こうした弾力のある接触構造は、付加的な構成要素を追加することによって強化できる。「Contact Tip Structures for Microelectronic Interconnection Elements and methods of Making Same」と題する、本出願人により所有される同時係属中の米国特許出願第08/819,464号、及び1997年11月20日にW097/43653として公開された、対応PCT出願PCT/US97/08606は、犠牲基板上に先端構造を画定し、この構造を電子部品に移し替える方法を記述している。この先端構造は、この出願において説明された技術を利用して、図10Lの構造に対して移すことができる。

【0155】

本発明を利用したデバイス及び方法の一般的な記述が、本発明の好適な実施例と同様に上記に記載された。当業者には、上述されたデバイス及び方法の多くの解釈において、本発明の教示内での変化を含む、多くの変更を実施することが可能であり認識される。本発明の精神及び範囲は、添付の請求項に記載されることによってのみ制限されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の好適な実施例による被覆されたワイヤの製造方法に関するフローチャートを示す。

【図2A】

ベースに取り付けられたスケルトンの断面図を示す。

【図2B】

スケルトンを覆う熱処理されていない被覆物からなる被覆されたままのワイヤの断面図を示す。

【図2C】

本発明の好適な実施例にしたがうスケルトンを覆う熱処理された被覆物からなる熱処理後の被覆されたワイヤの断面図を示す。

【図3A】

代替的なメッキ基板の代替的な実施例の断面図であり、ここではばね接触エレメントが犠牲基板上に存在する。

【図 3 B】

図 3 A のばね接触エレメントを、犠牲基板を取り除いて示す斜視図である。

【図 3 C】

他の構成部品に取り付けられたばね接触エレメントの他の実施例の断面図を示す。

【図 4】

被覆材料の示差走査熱量計の測定結果を示すグラフである。

【図 5 A】

被覆されたままの Ni-Co 被覆材料からの x-線回折パターンのグラフである。

【図 5 A】

熱処理された Ni-Co 被覆材料からの x-線回折パターンのグラフである。

【図 6】

被覆されたままのワイヤと熱処理後のワイヤに対する応力対強度のデータを示すグラフである。

【図 7】

被覆されたままのワイヤと熱処理後のワイヤに対する弾性率対サッカリン濃度のデータを示すグラフである。

【図 8】

熱処理前及び、種々の時間と温度で行った熱処理後のワイヤの曲率を示すグラフである。

【図 9 A】

ばね接触エレメントを製造するための技術を示す横断面図を示す。

【図 9 B】

図 9 A のばね接触エレメントの横断面図を示す。

【図 9 C】

図 9 B のばね接触エレメントの斜視図である。

【図 10 A】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例のステップの横断面図を示す。

【図 10 B】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例の他のステップの横断面図を示す。

【図 10 C】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例による、図 10 B に示したステップで形成された暫定的な突起の上面図である。

【図 10 D】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例の他のステップの横断面図を示す。

【図 10 E】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例の他のステップの横断面図を示す。

【図 10 F】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例による、図 10 E に示したステップで形成された暫定的な突起の上面図である。

【図 10 G】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例の他のステップの横断面図を示す。

【図 10 H】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例による、図 10 G に示したステップにより形成された突起の端部の断面図である。

【図 10 I】

本発明の接触構造に対する多くの可能な構成の内の 1 つの斜視図を示し、漏斗状のベース端を強調して示す。図 10 E 及び 10 G に示されるように、開口の側壁を部分的に覆うことによって結果生じる構造を図示する。

【図 10 J】

本発明の接触構造に対する多くの可能な構成の内の 1 つの斜視図を示し、漏斗

状のベース端を強調して示す。図 10E 及び 10G に示されるように、開口の側壁を完全に覆うことによって結果生じる構造を図示する。

【図 10K】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例による、図 10G に示したステップで形成された暫定的な突起の上面図である。

【図 10L】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例による、電子部品上に形成された完成した接触構造の横断面図を示す。

【図 10M】

接触構造を製造するためのプロセスの第 1 の例示的な実施例による、電子部品上に形成された完成した接触構造の斜視図を示す。

【図 10N】

電子部品の接触パッドに接触させられる先端を備える、図 10L 及び 10M の接触構造の横断面を示す。

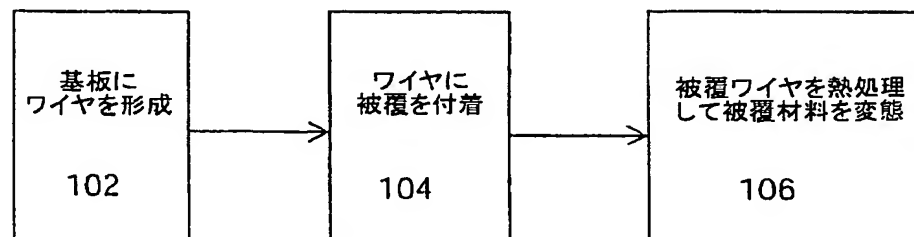
【図 10O】

電子部品の接触パッドに半田付けされた先端を備える、図 10L 及び 10M の接触構造の横断面を示す。

【図 11】

図 10K 及び関連する図の接触構造に対する 1 つの好適な形状の上平面図を示す。

【図 1】



【図 2 A】

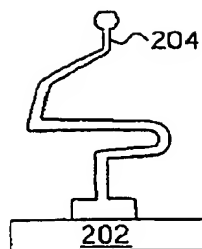


Figure 2A

【図 2 B】

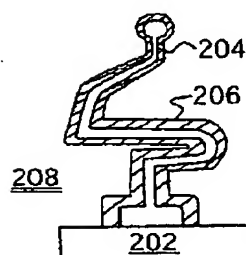


Figure 2B

【図 2 C】

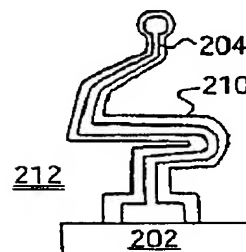


Figure 2C

【図 3 A】

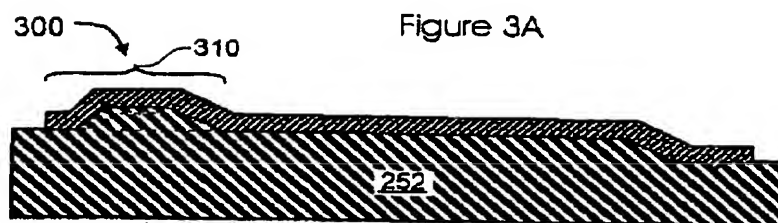
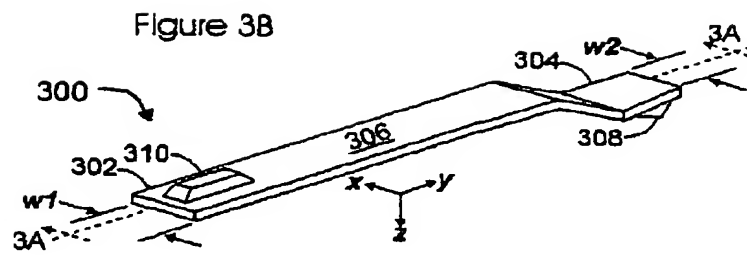


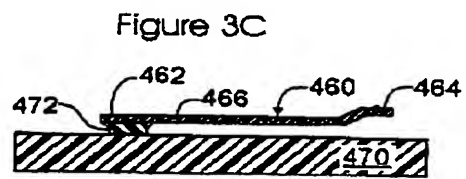
Figure 3A



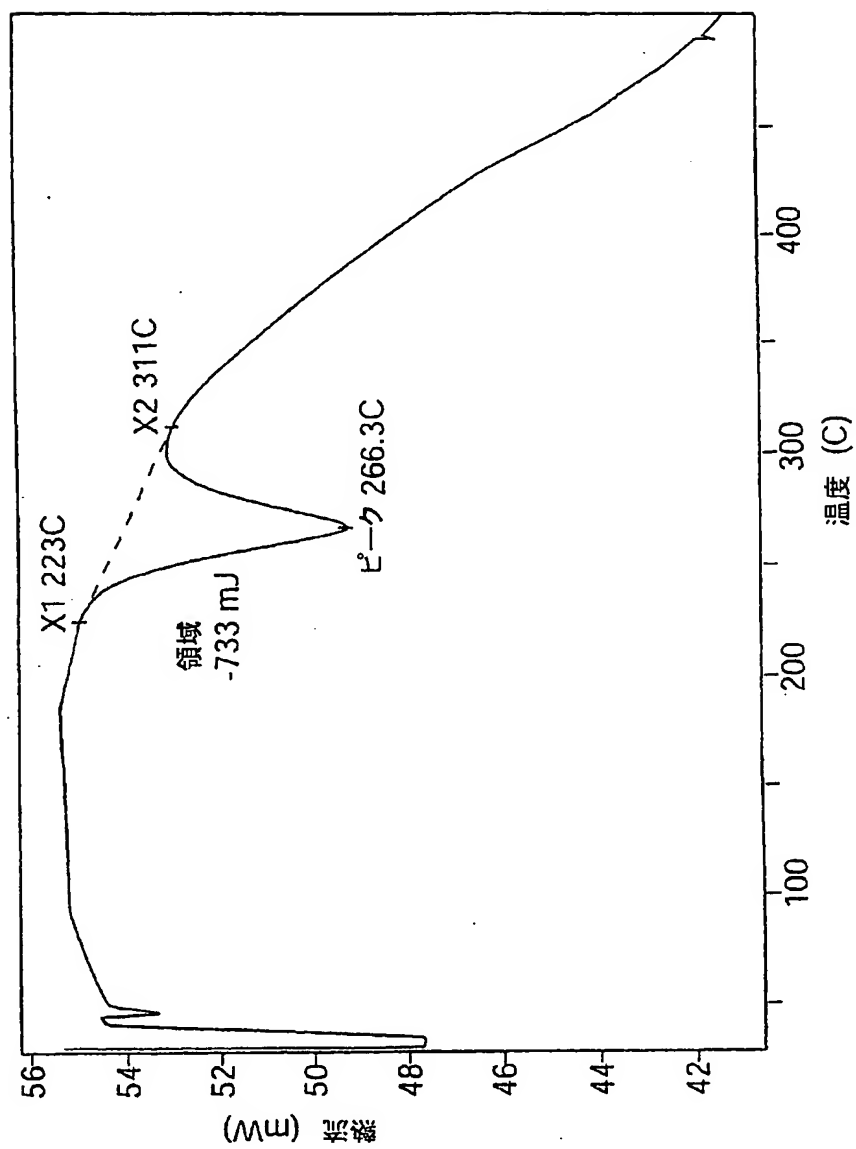
【図3B】



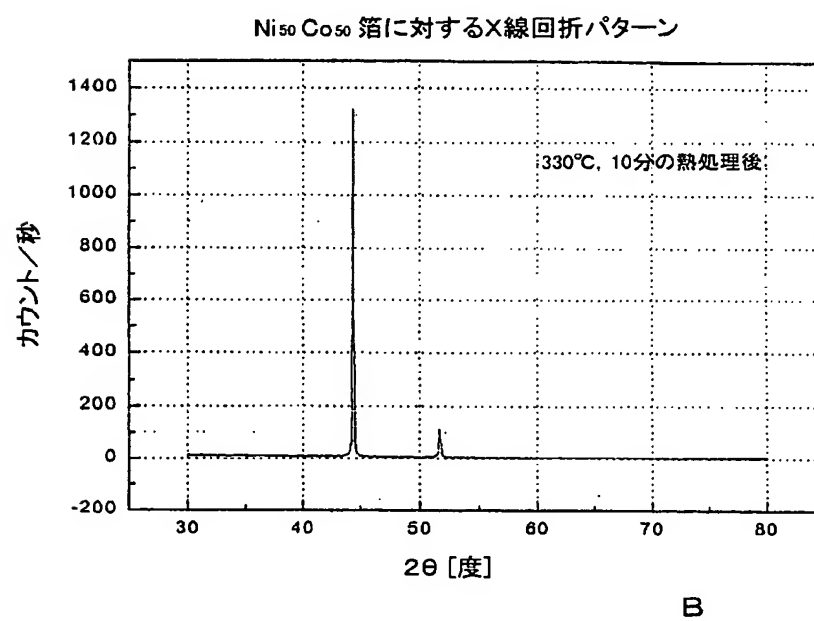
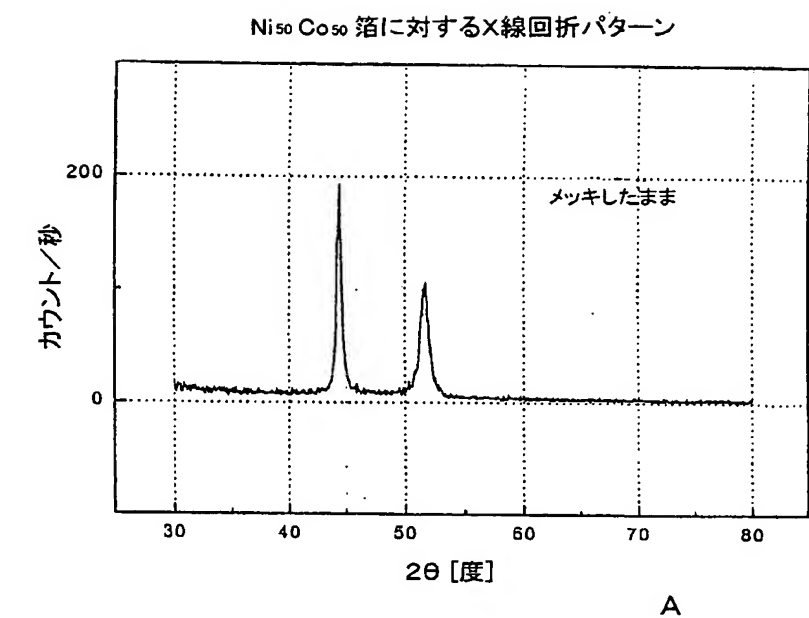
【図3C】



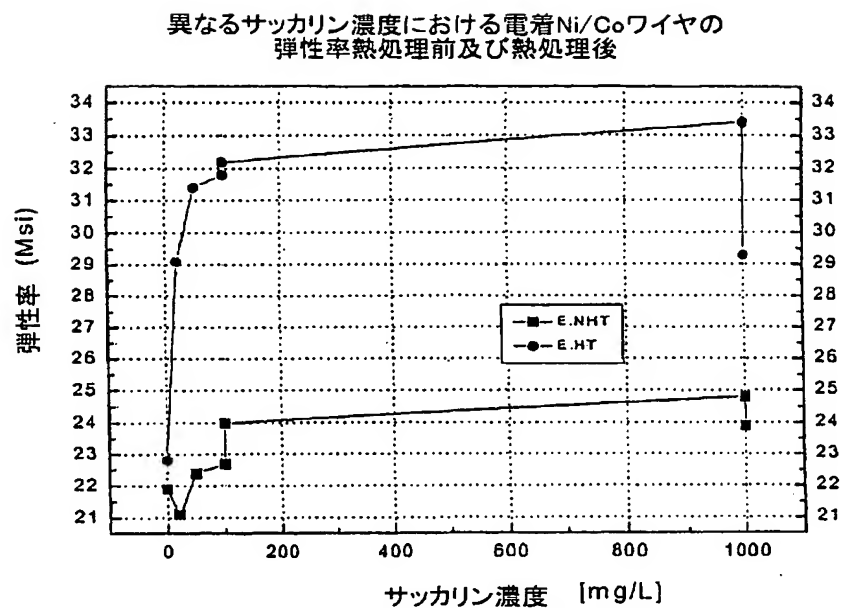
【図4】



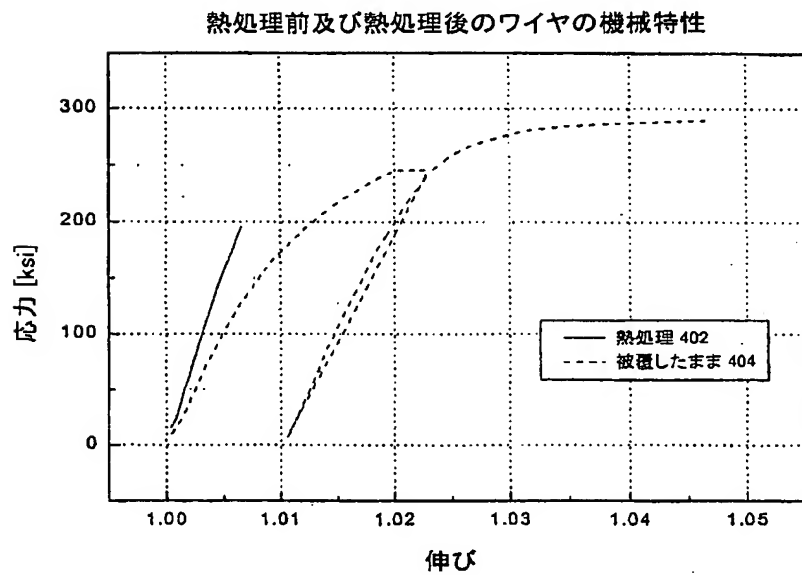
【図5】



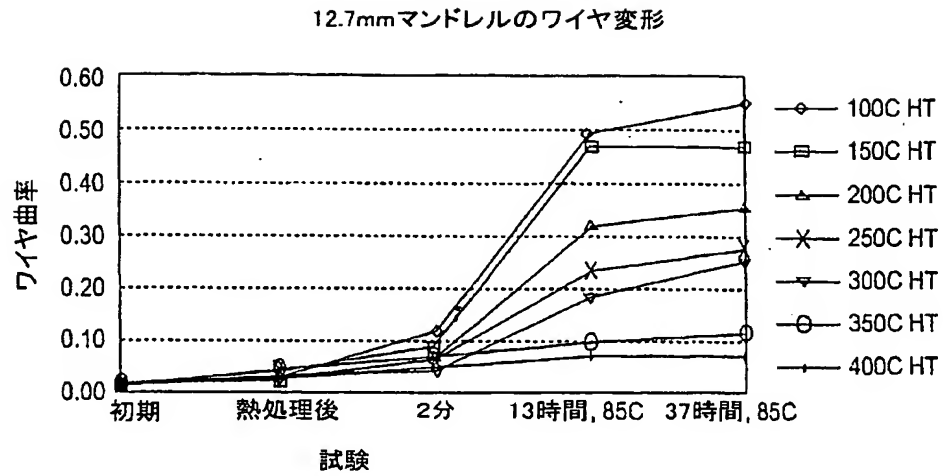
【図6】



【図7】

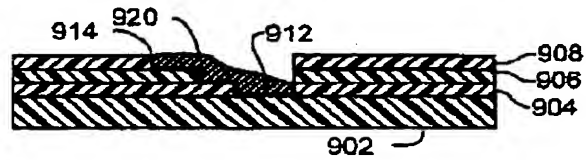


【図8】



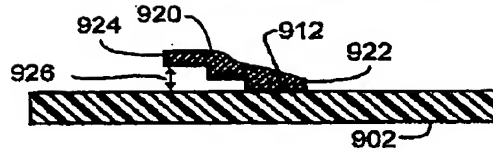
【図9A】

Figure 9A



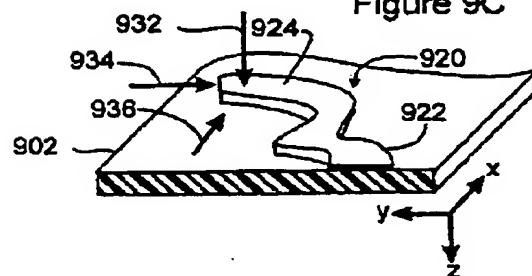
【図9B】

Figure 9B



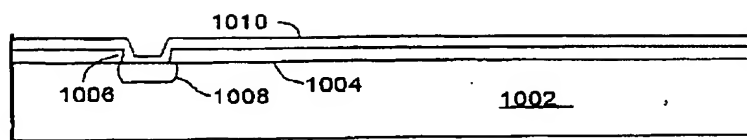
【図9C】

Figure 9C



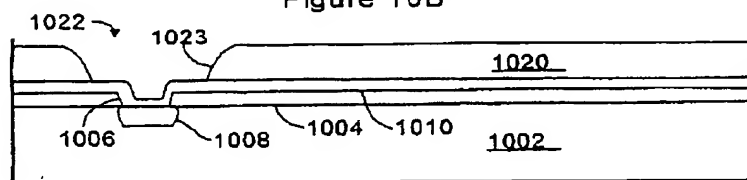
【図 10 A】

Figure 10A



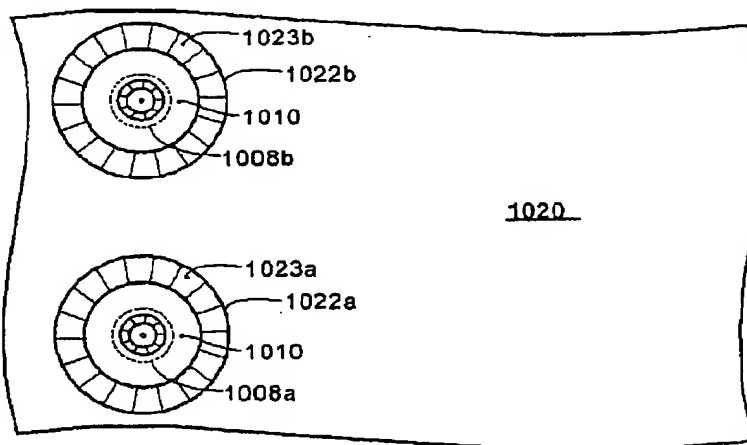
【図 10 B】

Figure 10B



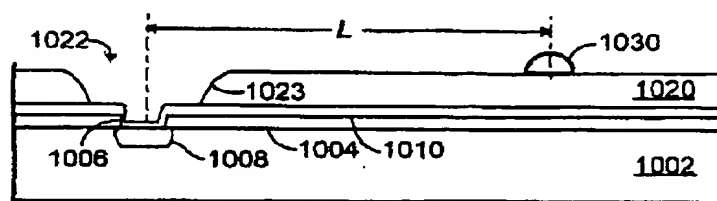
【図 10 C】

Figure 10C

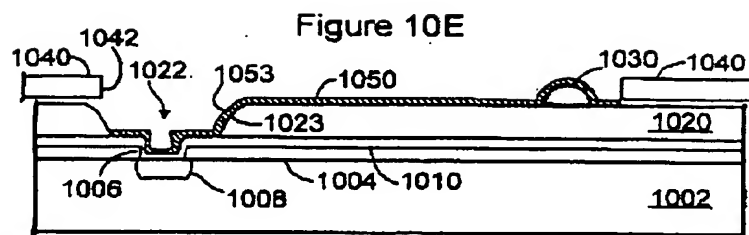


【図 10 D】

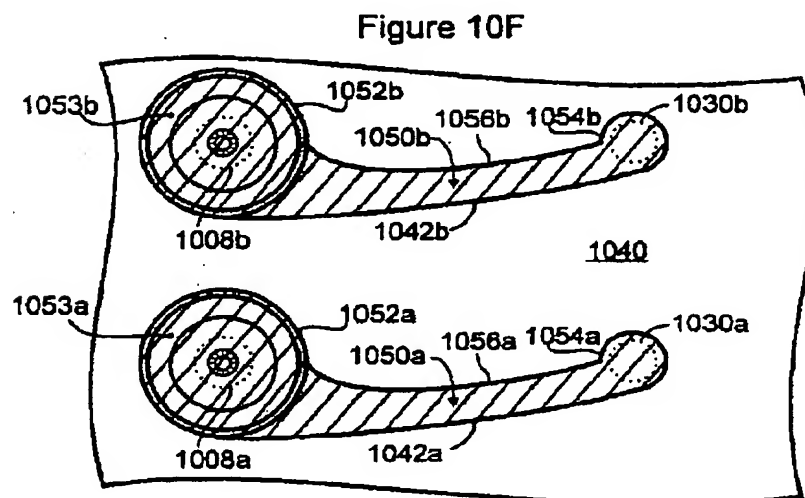
Figure 10D



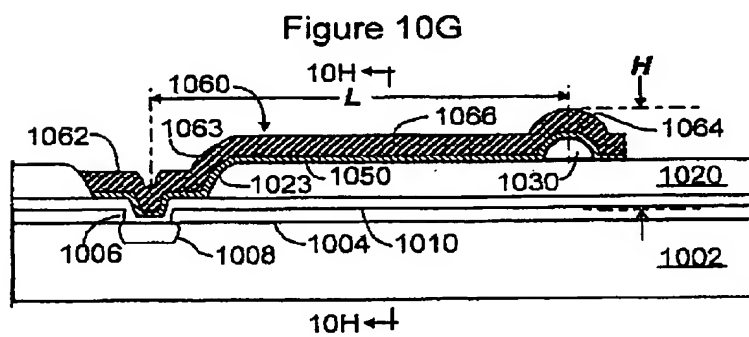
【図10E】



【図10F】

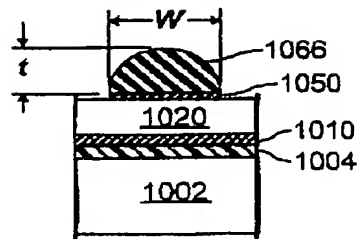


【図10G】



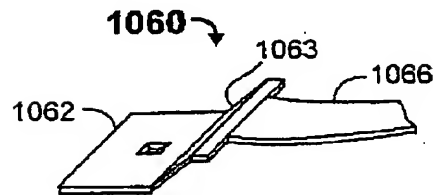
【図 10H】

Figure 10H



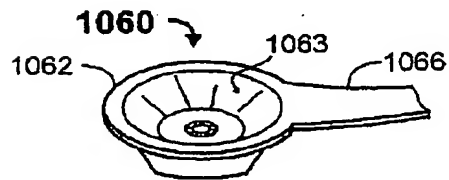
【図 10I】

Figure 10I



【図 10J】

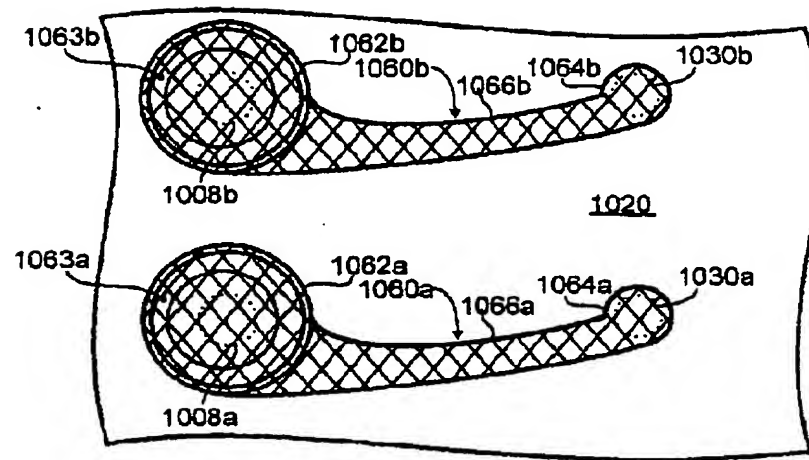
Figure 10J





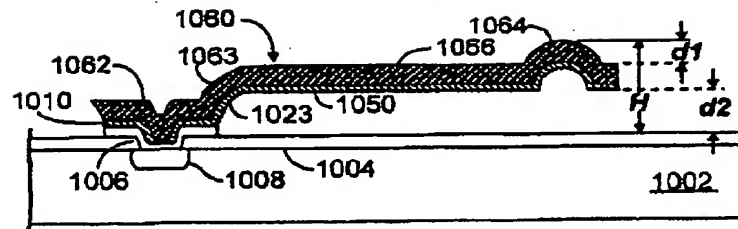
【図10K】

Figure 10K



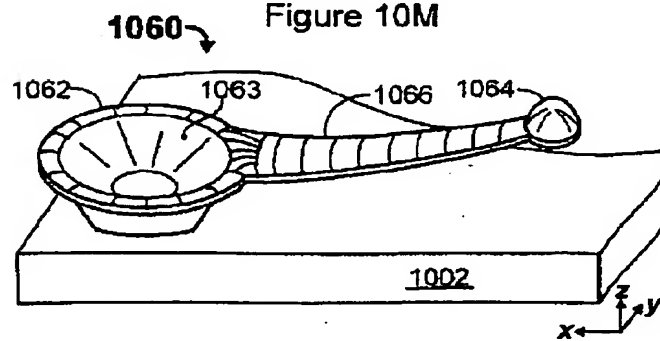
【図10L】

Figure 10L

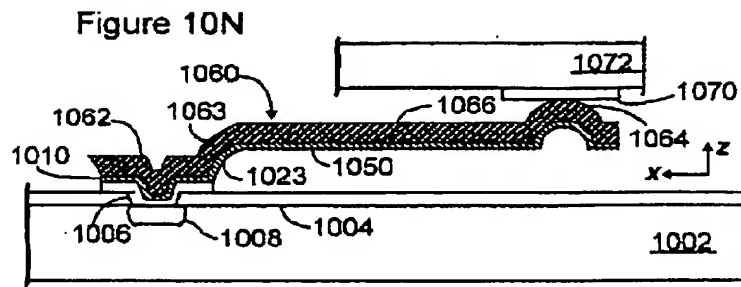


【図10M】

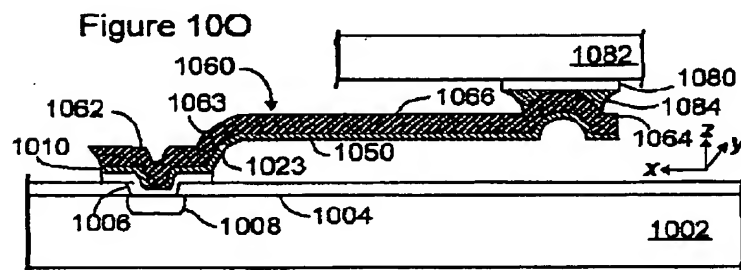
Figure 10M



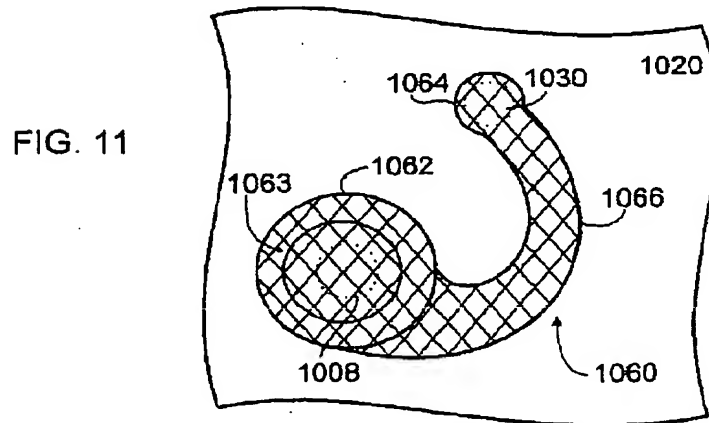
【図 10N】



【図 10O】



【図 11】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No. PCT/US 98/12094	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 C25D7/00 H01L23/48	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 C25D H01L	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages
A	WO 96 16440 A (FORMFACTOR INC) 30 May 1996 cited in the application
A	DE 16 96 093 A (DRAHT UND FEDERNWERKE VEB) 4 November 1971
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 531 (C-0780), 21 November 1990 & JP 02 221377 A (TOYOTA MOTOR CORP; OTHERS: 01), 4 September 1990 see abstract
A	DENNIS AND SUCH: "Nickel and Chromium plating", WOODHEAD PUBLISHING LTD., CAMBRIDGE XP002085098 see page 44-46 see page 363 - page 368
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combinations being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 November 1998	04/12/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel.: (+31-70) 340-2040, Telex 31 651 epe nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Van Leeuwen, R

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No  
PCT/US 98/12094

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9616440 A	30-05-1996	US 5772451 A	30-06-1998
		AU 4159896 A	06-06-1996
		AU 4159996 A	17-06-1996
		AU 4160096 A	06-06-1996
		AU 4237696 A	06-06-1996
		AU 4283996 A	19-06-1996
		CN 1135268 A	06-11-1996
		CN 1171167 A	21-01-1998
		EP 0729652 A	04-09-1996
		EP 0795200 A	17-09-1997
		EP 0792519 A	03-09-1997
		EP 0792462 A	03-09-1997
		EP 0792463 A	03-09-1997
		EP 0792517 A	03-09-1997
		JP 9505439 T	27-05-1997
		JP 9508241 T	19-08-1997
		JP 10506197 T	16-06-1998
		JP 9512139 T	02-12-1997
		WO 9514314 A	26-05-1995
		WO 9615551 A	23-05-1996
		WO 9615458 A	23-05-1996
		WO 9615459 A	23-05-1996
		WO 9617378 A	06-06-1996
		US 5829128 A	03-11-1998
		US 5601740 A	11-02-1997
		US 5820014 A	13-10-1998
		US 5806181 A	15-09-1998
		US 5773780 A	30-06-1998
		AU 5939796 A	11-12-1996
		AU 5964096 A	11-12-1996
		AU 5964196 A	11-12-1996
		AU 5965796 A	22-05-1997
		AU 6028796 A	11-12-1996
		AU 6377796 A	11-12-1996
		AU 6635296 A	18-12-1996
		CN 1191500 A	26-08-1998
		EP 0837750 A	29-04-1998
		EP 0828582 A	18-03-1998
		EP 0859686 A	26-08-1998
		JP 10510107 T	29-09-1998

Form PCT/ISA210 (patent family annex) (July 1992)

page 1 of 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 98/12094

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
NO 9616440 A		JP 10506238 T	16-06-1998
		WO 9637331 A	28-11-1996
		WO 9637332 A	28-11-1996
		WO 9638858 A	05-12-1996
		WO 9637333 A	28-11-1996
		WO 9637931 A	28-11-1996
		WO 9637334 A	28-11-1996
		WO 9716866 A	09-05-1997
DE 1696093 A	04-11-1971	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

page 2 of 2

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)
H01L 23/50		H01L 23/50	D
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW			
(72) 発明者 ドザイアー, トーマス, エイチ アメリカ合衆国カリフォルニア州94550, リブモアー, アーレーン・ウェイ・5801			
(72) 発明者 イェー, ジュンエ, ジェイ アメリカ合衆国カリフォルニア州94550, リブモアー, ベス・アベニュー・2511			
(72) 発明者 ハーマン, ゲイル, ジェイ アメリカ合衆国カリフォルニア州94506, ダンビル, メドウ・ドライブ, ブラックホーク・3362			
(72) 発明者 ハンドロス, イゴー, ワイ アメリカ合衆国カリフォルニア州94563, オリンダ, ヘイシェンダス・ロード・25			
Fターム(参考) 2G011 AA02 AB06 AB10 AC14 AE01 AE03 4K024 AA01 AA03 AA04 AA09 AA11 AA12 AA14 AA15 BA01 BA12 BA14 BA15 BB10 BB12 BC03 DB01 5F067 AA11 AA13 DA07 DC13 DC17 DC18 DC20 EA04			